مِنْ آيَاتِ الإعجَازِ العِلمِيّ (٣)

المفهوم العلمى للجبال في القرآن الكريم



د. زغلول النجار

مكتبة الشروق الدولية

من آيـــات الإعــجـاز العلمي فى القــرآن الكريم

(٣)

المفــهــوم العلمي للجـبــال فى القــرآن الكريم

الطبعة العاشرة
يناير ٢٠٠٨م _ ١٤٢٩هـ

مكتبة الشروق الدولية

٩ شارع السعادة - أبراج عثمان - روكسى - القاهرة

تليفون وفاكس: ٤٥٠١٢٢٨ _ ٤٥٠١٢٢٩ _ ٢٥٦٥٩٣٩

Email: < shoroukintl@hotmail. com >

< shoroukintl@yahoo.com >

من آيـــات الإعــجـاز العلمى فى القــرآن الكريم

(٣)

المفـهـوم العلمى للجبـال فى القــرآن الكــريــم

أ.د. زغلول راغب النجار

زميل الأكـاديمية الإسـلاميـة للعلوم

وعضو مجلس إدارتها

بسم الله الرحمن الرحيم

تقـديـم

ملامح من الإعجاز العلمي فى القرآن الكريم

فى أى حديث عن القرآن الكريم لابد لنا من التأكيد على أنه كلام الله (تعالى) الموحى به إلى خاتم أنبيائه ورسله، والمحفوظ بين دفتى المصحف الشريف، بنفس اللغة التى أوحى بها: (اللغة العربية) محفوظاً حفظًا كاملاً: كلمةً كلمةً وحرفًا حرفًا، تحقيقًا للوعد الإلهى الذي قطعه ربنا (تبارك وتعالى) على ذاته العلية، فقال (عز من قائل):

﴿إِنَّا نَحْنُ نَزَّلْنَا الذِّكْرَ وَإِنَّا لَهُ لَحَافِظُونَ ۝٩﴾ (الحجر: ٩)

من هنا كان القرآن الكريم متميزاً عن كل كلام البشر، بمعنى أن البشر يعجزون عن الإتيان بمثله ﴿ولو كان بعضهم لبعض ظهيراً﴾، وهذا هو المقصود بإعجاز القرآن.

الإعجاز القرآنى

لما كان القرآن الكريم هو كلام الله (تعالى)، في صفائه الرباني وإشراقاته النورانية فلابد وأن يكون مغايراً لكلام البشر، أى متميزاً عنه بمزايا يعجز البشر عن تحقيقها من الكمال، والشمول، والإحاطة، ودقة التعبير، وجمال النظم، وروعة

الإشارة، وصدق الإخبار فى كل قضية من القضايا التى تعرض لها، وهذا هو المقصود بالتعبير عن « إعجاز القرآن الكريم ».

ونحن نعلم أن القرآن الكريم هو في الأصل كتاب هداية للإنسان، فى القضايا التى لايمكن للإنسان أن يضع لنفسه فيها ضوابط صحيحة، مثل قضايا العقيدة والعبادة والأخلاق والمعاملات، والتى تشكل القواعد الأساسية للدين، وذلك لأن هذه القضايا إما أن تكون من أمور الغيب المطلق، الذى لاسبيل لوصول الإنسان إليه إلا عن طريق وحى السماء، كقضايا العقيدة، أو هى أوامر تعبدية، لابد وأن تكون توقيفية على الله ورسوله (صلى الله عليه وسلم)، ولابد للإنسان فيها أيضًا من وحى السماء، أو هى ضوابط للأخلاق والسلوك. والتاريخ يؤكد لنا أن الإنسان كان عاجزاً دومًا عن وضع الضوابط الصحيحة لأخلاقياته وسلوكه فى غيبة الهداية الربانية.

وهذه القضايا المتعلقة بالعقيدة والعبادة والأخلاق والمعاملات، هى من أوضح صور الإعجاز فى كتاب الله، إذا نظر إليها الإنسان بشىء من الموضوعية والحيدة، والتبصر والحكمة، ولكن الناس قد درجوا فى غالبيتهم على ميراث الدين، دون النظر فيه بعين البصيرة، فأخذوه بشىء من التعصب الأعمى والحمية الشخصية، حتى لو لم يلتزموا به، مما جعل إقناعهم بالحق أمراً صعبًا فى أغلب الأحيان، خاصة ما كان منه متعلقا بقضايا الغيب وضوابط السلوك.

ونحن نعلم أن كل نبى وكل رسول من رسل الله قد أوتى عدداً من المعجزات الحسية، فى الأمور التى برع فيها قومه لتشهد له بصدق نبوته أو رسالته فموسى (عليه السلام) بعث في زمن كان السحر قد بلغ مبلغًا عظيمًا، فأتاه الله (تعالى) من المعجزات ما أبطل به سحر السحرة؛ وعيسى (عليه السلام) بعث في زمن كان الطب قد بلغ مبلغًا عظيمًا فأتاه الله (تعالى) من المعجزات ما تفوق به على أطباء عصره.

ونعلم أيضًا أن القرآن الكريم قد نزل على خاتم الأنبياء والمرسلين (صلى الله عليه

وسلم) في زمن كان العرب قد وصلوا إلى قمة الفصاحة وحسن البيان بالعربية، والبلاغة في التعبير بها شعراً ونثراً، وجاء هذا الوحي الخاتم بأسلوب عربي مبين، مغاير لأساليب العرب، فهو ليس بالشعر وليس بالنثر، وجاء يتحدى العرب جميعًا أن يأتوا بقرآن مثله، أو بعشر سور مفتريات من مثله، أو حتى بسورة واحدة من مثله، ولا يزال هذا التحدى قائمًا، منذ أربعة عشر قرنا، دون أن يجرؤ عربي أن يجابهه بجدارة !!

وصدق الله العظيم إذ يقول:

﴿قُل لَّئِنِ اجْتَمَعَتِ الإِنسُ وَالْجِنُّ عَلَىٰ أَن يَأْتُوا بِمِثْلِ هَذَا الْقُرْآنِ لا يَأْتُونَ بِمِثْلِهِ وَلَوْ كَانَ بَعْضُهُمْ لِبَعْضٍ ظَهِيراً ﴿٨٨﴾﴾ (الإسراء: ٨٨).

﴿أَمْ يَقُولُونَ تَقَوَّلَهُ بَل لَّا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٣﴾ فَلْيَأْتُوا بِحَدِيثٍ مِّثْلِهِ إِن كَانُوا صَادِقِينَ ﴿٣٤﴾﴾ (الطور: ٣٣، ٣٤).

﴿أَمْ يَقُولُونَ افْتَرَاهُ قُلْ فَأْتُوا بِعَشْرِ سُوَرٍ مِّثْلِهِ مُفْتَرَيَاتٍ وَادْعُوا مَنِ اسْتَطَعْتُم مِّن دُونِ اللَّهِ إِن كُنتُمْ صَادِقِينَ ﴿١٣﴾﴾ (هود: ١٣).

﴿وَإِن كُنتُمْ فِي رَيْبٍ مِّمَّا نَزَّلْنَا عَلَىٰ عَبْدِنَا فَأْتُوا بِسُورَةٍ مِّن مِّثْلِهِ وَادْعُوا شُهَدَاءَكُم مِّن دُونِ اللَّهِ إِن كُنتُمْ صَادِقِينَ ﴿٢٣﴾﴾ (البقرة: ٢٣).

وقد اعترف بلغاء العرب بروعة النظم القرآني، وتميزه عن كلام البشر، فهذا الوليد بن المغيرة يقول في القرآن الكريم - رغم كفره -: «إن له لحلاوة، وإن عليه لطلاوة، وإن أسفله لمغدق، وإن أعلاه لمثمر، وإنه ليعلو ولا يعلى عليه».

وقد دفع ذلك بنفر من المسلمين إلى تصور الإعجاز القرآني أساسًا في جوانب بيانه ونظمه، وأفاض الأقدمون والمحدثون في ذلك؛ فأفصحوا عن جوانب من

الإعجاز البيانى فى القرآن الكريم، ملأت العديد من المجلدات، دون أن يتمكنوا من إيفاء ذلك الجانب حقه كاملاً.

ومع تسليمنا بالإعجازالبيانى للقرآن الكريم، وبأنه المجال الذى نزل كتاب الله يتحدى به العرب ـ وهم فى قمة من أعلى قمم الفصاحة والبلاغة، والقدرة على البيان ـ أن يأتوا بشىء من مثله، إلا أن البيان يبقى إطاراً لمحتوى، والمحتوى أهم من الإطار.

ومحتوى القرآن الكريم هو الدين بركائزه الأربع الأساسية: العقيدة، والعبادة، والأخلاق، والمعاملات. وهذه القضايا ـ كما جاءت في كتاب الله ـ إذا نوقشت بشيء من الموضوعية أثبتت إعجاز القرآن الكريم؛ ولكن القرآن الكريم لابد وأن يكون معجزاً فى كل أمر من أموره؛ لأنه كلام الله الخالق البارئ المصور، فما من أمر من الأمور تعرَّض له هذا الكتاب الخالد إلا وهو معجز حقًا، وما من زاوية من الزوايا ينظر منها إنسان عاقل بشئ من الموضوعية والحيدة إلى هذا القرآن الكريم إلا ويرى منها جانبًا من جوانب الإعجاز، فالقرآن الكريم معجز فى بيانه ونظمه، كما أنه معجز فى عرضه لقضايا العقيدة، وأوامر العبادة، معجز فى دستوره الأخلاقى الفريد، معجز فى تشريعه، معجز فى استعراضه التاريخى للعديد من أخبار الأمم السابقة: أمة بعد أمة، كيف تلقت وحى ربها، وتفاعلت مع أنبيائه ورسله، وكيف كان جزاؤها أو عقابها؛ معجز فى خطابه للنفس البشرية، وتحريك كوامن الخير فيها، وتربيتها التربية الصحيحة، معجز فى إشاراته الطبية العديدة، وفى تنبؤاته المستقبلية، التى تحققت بعد نزوله بفترات طويلة، ولا تزال تتحقق إلى يومنا هذا وإلى قيام الساعة، معجز فى إشاراته إلى العديد من أشياء الكون، ومن أبرزها وصف مراحل الجنين في الإنسان، وفى استعراضه لكيفية بداية الخلق، وإفناء الكون، وإعادة خلق كل ذلك من جديد، معجز فى استعراضه للعديد من أمور الغيب، مثل البعث والحشر، والحساب، والصراط، والجنة والنار، معجز فى كل كلمة من كلماته، وكل حرف من حروفه، وكل آية من آياته، وفى ذلك يقول

المصطفى (صلى الله عليه وسلم) : «إن هذا القرآن لا تنتهى عجائبه، ولا يخلق على كثرة الرد»(١) .

وقد عالج كثير من العلماء عدداً من جوانب الإعجاز القرآنى، لكن الإعجاز العلمى فى القرآن الكريم لم تتضح لنا جوانبه الكثيرة كما اتضحت فى زمن التقدم العلمى، والتقنى، الذى نعيشه فى هذه الأيام؛ فأصبح أسلوبًا فريدًا فى الدعوة إلى دين الله، فى زمن فتح الله على الإنسان بالعديد من أبواب العلم، بالكون ومكوناته، وفُتن الناس فيه بالعلوم الكونية ومعطياتها فتنة كبيرة.

الفرق بين التفسير العلمى، والإعجاز العلمى للقرآن الكريم

يحتوى القرآن الكريم على أكثر من ألف آية صريحة تتحدث عن الكون، وعن بعض مكوناته وظواهره، بالإضافة إلى آيات أخرى كثيرة تقترب دلالاتها من الصراحة، وهذه الآيات لم ترد من قبيل الإخبار العلمى المباشر للإنسان، وذلك لأن الكشف العلمى ترك لاجتهاد الإنسان وتحصيله عبر فترات زمنية طويلة، نظرا لمحدودية القدرات الإنسانية، وللطبيعة التراكمية للمعارف المكتسبة، ويؤكد ذلك أن تلك الآيات الكونية قد جاءت فى مقام الاستدلال على عظيم القدرة الإلهية فى إبداع الخلق، وعلى أن الخالق المبدع (سبحانه وتعالى) قادرعلى إفناء خلقه، وعلى إعادة هذا الخلق من جديد، وهذه الآيات تحتاج إلى تفسير كما يحتاج غيرها من آيات هذا الذكر الحكيم، ومن هنا كان لزامًا علينا أن

(١) عن الإمام علي (كرم الله تعالى وجهه) قال: «سمعت رسول الله (صلى الله علي وسلم) يقول: «ستكون فتن»، قلت: فما المخرج منها يارسول الله؟ قال: «كتاب الله فيه نبأ ما قبلكم، وخبر ما بعدكم، وحكم ما بينكم، وهو الفصل ليس بالهزل، من تركه من جبار قصمه الله، ومن ابتغى الهدى في غيره أضله الله، وهو حبل الله المتين، ونوره المبين، وهو الذكر الحكيم، وهو الصراط المستقيم، هو الذي لا تزيغ به الأهواء، ولا تلتبس به الألسنة، ولا تتشعب معه الآراء، ولا يشبع منه العلماء، ولا يمله الأتقياء، ولا يخلق على كثرة الترداد، ولا تنقضي عجائبه؛ من علم علمه سبق، ومن قال به صدق، ومن حكم به عدل، ومن عمل به أجر، ومن دعا إليه هدى إلى صراط مستقيم». (أخرجه الترمذي والدارمي وغيرهما).

نوظف النافع المتاح من المعارف المكتسبة فى تفسير تلك الآيات الكونية الواردة فى كتاب الله .

ولما كانت المعارف المكتسبة فى تطور مستمر، وجب على أمة الإسلام أن ينفر منها فى كل جيل نفر من علماء المسلمين، الذين يتزودون بالأدوات اللازمة، للتعرض لتفسير الآيات الكونية الواردة في كتاب الله، من مثل الإلمام باللغة العربية، ودلالات ألفاظها، وأساليب التعبير بها، وقواعدها النحوية والبلاغية وغير ذلك من علومها المختلفة، وبأصول الدين، وبأسباب النزول، وبالناسخ والمنسوخ، وبالمأثور من التفسير، وبجهود السابقين من كبار المفسرين، وبالقدر اللازم من العلوم المتاحة عن الكون، ومكوناته، وغير ذلك مما يحتاجه كل من يتشرف بالقيام بمثل هذه المهمة العظيمة .

وفى التفسير العلمى للآيات الكونية لابد من الحرص على توظيف الحقائق العلمية الثابتة كلما توفرت، ولكن لما كانت العلوم الكونية لم تصل بعد إلى الجواب النهائي في كل قضية من قضايا الكون ومكوناته وظواهره، فلا نرى حرجًا من توظيف أفضل النظريات المتاحة؛ وذلك لأن التفسير يبقى جهداً بشريًا لمحاولة فهم دلالة الآية القرآنية، لمن أصاب فيه أجران ولمن أخطأ أجر واحد .

أما الإعجاز العلمى فى القرآن الكريم فلا يجوز أن يوظف فيه إلا القطعى الثابت من الحقائق العلمية، وذلك لأن الإعجاز العلمى هو موقف تحد، والمتحدى لابد وأن يكون واقفًا على أرضية صلبة، وذلك لأننا نقصد بالإعجاز العلمي للقرآن الكريم هو سبق هذا الكتاب الخالد، بالإشارة إلى عدد من حقائق الكون وظواهره لم تكن معروفة لأحد من البشر في زمن تنزله، ولا لقرون متطاولة من بعد تنزله، وإثبات أن القرآن الكريم، الذى أوحى به إلى نبى أمى (صلى الله عليه وسلم) فى أمة أميَّة قُبل أربعة عشر قرنًا، يحوى من حقائق هذا الكون ما لم يتمكن الإنسان من الوصول إليه إلا منذ عقود قليلة، وبعد مجاهدات طويلة عبر عدد من القرون

المتواصلة، وهذا لا يمكن لعاقل أن يتصور إمكانية حدوثه إلا بوحي من الله الخالق البارئ المصور.

ويستثنى من هذه القاعدة آيات الخلق والإفناء والبعث بما في ذلك خلق الكون، وخلق الحياة، وخلق الإنسان؛ لأنها من القضايا التي لم يشهدها الإنسان، وفي ذلك يقول الحق (تبارك وتعالى):

﴿ مَّا أَشْهَدتُّهُمْ خَلْقَ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ وَلا خَلْقَ أَنفُسِهِمْ وَمَا كُنتُ مُتَّخِذَ الْمُضِلِّينَ عَضُدًا ﴿٥١﴾ ﴾ (الكهف: ٥١).

وعلى ذلك فإن العلوم المكتسبة لا يمكن لها أن تتعدى في قضايا الخلق والإفناء والبعث مرحلة التنظير، وتتعدد النظريات بتعدد خلفية واضعيها. ويبقى للمسلم نور من الله الخالق متمثل في آية قرآنية صريحة أو حديث نبوي صحيح يعينه على أن يرتقي بإحدى هذه النظريات إلى مقام الحقيقة، فينتصر للعلم بالقرآن الكريم أو بالحديث النبوي الشريف، وليس العكس، وهذا هو المقام الوحيد من مقامات الإعجاز العلمي في القرآن الكريم وفي السنة النبوية المطهرة الذي نضطر فيه إلى اللجوء للنظريات؛ لعدم توفر الحقيقة، والتي لا تتوفر إلا في وحي السماء.

وهنا لابد من التأكيد على ضرورة الالتزام بالضوابط العديدة التي وضعت للتعامل مع قضية الإعجاز العلمي في كتاب الله وفي سنة رسوله (صلى الله عليه وسلم).

وهنا أيضًا لابد من التأكيد على صعوبة التعرض لقضايا الإعجاز العلمى فى كتاب الله إلا من قبل المتخصصين، كلٌ فى حقل تخصصه، فلا يقوى فرد واحد على معالجة كل القضايا الكونية، التى تعرض لها القرآن الكريم من خلق الكون وإفنائه، إلى خلق مراحل الجنين الإنسانى المتعاقبة، إلى العديد من الظواهر الكونية، إلى غير ذلك من مختلف الآيات الكونية الواردة فى كتاب الله.

قبل التعرض بشيء من التفصيل لآيات الجبال في القرآن الكريم، نعرض هنا لسبع مواضع من كتاب الله تعرضت فيها الآيات لذكر كوكب الأرض، وذلك على النحو التالي:

١ - يقول ربنا (تبارك وتعالى) فى محكم كتابه:

﴿ وَالْأَرْضَ بَعْدَ ذَلِكَ دَحَاهَا ﴿٣٠﴾ أَخْرَجَ مِنْهَا مَاءَهَا وَمَرْعَاهَا ﴿٣١﴾ ﴾

(النازعات: ٣٠، ٣١).

قال عدد من المفسرين: (دحاها) بمعنى كوَّرها، من (الدحية) أى البيضة (فى بعض اللهجات الدارجة)، و(أخرج منها ماءها ومرعاها)، هو إشارة إلى خروج ماء الأرض من العيون والينابيع والآبار، وخروج النبات من بين حبات التربة بعد بذرها وريها، وهو صحيح. ولكن حين سئل ابن عباس (رضى الله تبارك وتعالى عنهما) عن معنى دحاها؟ قال: «فسَّرها ماجاء بعدها» أي: (أخرج منها ماءها ومرعاها).

وقد أثبت العلم الحديث أن الثورات البركانية وما ألقته حول الأرض من غازات وأبخرة، وعلى سطحها من حمم ورماد بركانى، قد لعبت دوراً أساسيًا فى بناء اليابسة، وفى تكون كلٍّ من الغلافين الغازى والمائى للأرض، ولعل ذلك هو المقصود بالدحو، وهو فى اللغة العربية: المد والبسط والإلقاء والإزاحة، من دحا الشيء أى بسطه، وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن غالبية ما يتصاعد من فوهات البراكين أثناء ثوراناتها هو بخار الماء (٧٠٪)، ويليه فى الكثرة ثانى أكسيد الكربون، وبعض الغازات الأخرى، وأن بخار الماء المتصاعد من فوهات البراكين سرعان ما يتكثف ويعود إلى الأرض مطراً، وقد أدى ذلك إلى إثبات أن جميع الماء على سطح الأرض وفى غلافها الغازى قد أخرج أصلاً من داخلها مع ثورانات البراكين، وهذه حقيقة لم يعرفها الإنسان إلا منذ سنوات قليلة، كذلك أدرك

العلماء أن ثانى أكسيد الكربون يلعب دوراً مهمّا فى عملية التمثيل الضوئى، التى يقوم النبات بها (من أجل تمثيل غذائه وتحويله إلى المواد البانية لخلاياه والمنتجة لثماره وأخشابه وأوراقه)، والتى بغيرها لا يمكن للأرض أن تنبت، فخروج الماء من داخل الأرض هو تعبير عن حقيقة واقعة مؤداها أن كل ماء الأرض على كثرته قد أخرج أصلاً من داخلها، وأن ثانى أكسيد الكربون اللازم لحياة كل نبات يقوم بعملية التمثيل الضوئى وإنتاج المادة الخضراء فيه (اليخضور) قد أخرج أيضًا من داخل الأرض.

٢ـ يقول ربنا (تبارك وتعالى) فى محكم كتابه:

﴿وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ ﴿١١﴾﴾ (الطارق: ١١).

وفي تفسير هذه الآية الكريمة قال المفسرون: رجع السماء هو: المطر، وهو صحيح؛ لأن من أعظم ما يعود إلينا من السماء هو المطر، الذى بدونه لا تستقيم الحياة على الأرض، ونحن نعلم اليوم أن كل ماء الأرض قد أخرج أصلاً من داخلها على هيئة أبخرة تصاعدت من فوهات البراكين، وأن هذه الأبخرة تكثفت عند اصطدامها بالطبقات الدنيا من الغلاف الغازى المحيط بالأرض (نطاق المناخ) وعادت إلى الأرض مطراً؛ وذلك لأن نطاق المناخ قد خصه الله (تعالى) بتناقص فى درجة الحرارة. مع الارتفاع حتى تصل إلى ناقص ٦٠ْم، على ارتفاع حوالى ١٠ كم من سطح البحر فوق خط الاستواء (مع تفاوت قليل من منطقة مناخية إلى أخرى)، ولولا ذلك ما عاد إلينا بخار الماء المندفع من داخل الأرض أو المتبخر من سطحها أبدًا.

ونحن نعلم أيضًا أن دورة الماء حول الأرض هى دورة منضبطة انضباطًا محكمًا، بدليل أن البخر من أسطح البحار والمحيطات يفوق ما يسقط فوقها من مطر بحوالى ٣٦,٠٠٠ كم٣ وأن المطر فوق اليابسة يزيد على البخر من سطحها، بنفس القيمة التى تفيض من اليابسة إلى البحار والمحيطات، ولولا هذه الدورة لفسد ماء الأرض كله، فى فترة زمنية وجيزة.

وإذا كان الأمر كذلك، فلماذا قال الله (تبارك وتعالى):

﴿ وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ ﴿١١﴾ ﴾ (الطارق: ١١).

ولم يقل: والسماء ذات المطر؟

نعلم اليوم أن الله (تعالى) قد جعل فى الغلاف الغازى المحيط بالأرض عدداً من نطق الحماية التى تَرُدُّ إلى الأرض كل مفيد وتَرُدُّ عنها كل ضار ومهلك من مختلف صور المادة والطاقة، ومن أمثلة ذلك:

(أ) النطاق الأسفل من نطق الغلاف الغازي للأرض (نطاق المناخ) والذي له من الصفات الكيميائية والفيزيائية ما يجعله صالحًا للحياة، فعلى سبيل المثال لا الحصر، يتبادل كل من الإنسان والحيوان مع النبات غازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون، وكلٌّ منهم يطلق بخار الماء إلى الغلاف الغازي، ونتيجة للبخر من الأسطح المائية، ولتنفس وإفرازات كل من الأناسى والحيوانات، ونتح النباتات يرتفع بخار الماء إلى الأجزاء العليا من نطاق المناخ حيث يتكثف، فيعود منه مطرا أو برداً أو ثلجًا.

ولنطاق التغيرات المناخية خاصة في أجزائه السفلي من الكثافة ما يسمح له بترجيع الصوت، ومن الغريب أن اسم هذا النطاق باليونانية هو نطاق الرجع (Troposphere).

(ب) السحب التى ترد إلينا أكثر من التسعين بالمائة من حرارة الشمس، التي تمتصها صخور الأرض وتعيد إشعاعها إلى الجو، بعد غياب الشمس، ولولا ذلك لتشتت تلك الحرارة إلى طبقات الجو العليا، وتجمدت الحياة على الأرض بالليل، وهذه صورة من صور الرجع الحرارى إلى الأرض، لم تكن معروفة من قبل.

(جـ) طبقة الأوزون (The Ozonosphere) والتى تسمح بمرور ضوء الشمس الأبيض والموجات تحت الحمراء إلى الأرض، وترد عنَّا ما يصاحب ذلك الضوء من

أشعات ضارة من مثل : الأشعة فوق البنفسجية (وهى أشعة مهلكة) فيما عدا جزءاً يسيراً منها تحتاجه الحياة على الأرض.

(د) الطبقة المتأينة من الغلاف الغازى للأرض (The Ionosphere). وهى طبقة مشحونة بالكهرباء، ترد عن الأرض الجسيمات الكونية المتسارعة، وترد إلى الأرض الموجات الراديوية (الإذاعية والتلفازية وموجات الاتصال اللاسلكى)، وهى صور من الرجع. لم تكن معروفة للإنسان وقت تنزيل القرآن الكريم ولا لقرون متطاولة من بعد ذلك.

وهذا النطاق المتأين يحوى أحزمة الإشعاع (Radiation Belts). وتمثل بزوجين من الأحزمة على كل جانب من جوانب الأرض يدفعان عن الأرض الجزء الأكبر من ويلات الجسيمات الكونية المتسارعة، المنتشرة فى السماء الدنيا، والتي تصل إلى الأرض من الشمس ومن غيرها من النجوم

(هـ) النطاق الخارجى من الغلاف الغازى للأرض (The Exosphere). وهو كذلك يرد عن الأرض ويلات الجسيمات الكونية المتسارعة، وتحترق فيه وفي الطبقات التى دونه أغلب الأجسام السماوية الصلبة (النيازك)، والتى لا يبقى منها إلا الرماد أوبعض الجسيمات الصغيرة التى تصل إلى الأرض؛ فتكون مادة يتعرف بواسطتها الإنسان على تركيب الأجزاء البعيدة من الكون.

من أجل ذلك وغيره، مما لم يعرفه الإنسان إلا منذ عشرات قليلة من السنين أقسم ربنا (تبارك وتعالى) ـ وهو الغنى عن القسم ـ بالسماء ذات الرجع، ولم يقصر ذلك على المطر فقط كما فهم الأقدمون؛ لأنه (تعالى) أعلم بخلقه من جميع خلقه، وقد يرى القادمون بعدنا في لفظة «الرجع» في هذه الآية الكريمة من المعاني والدلالات أكثر مما عرفناه اليوم، وهو عشرة صور، خمس منها للرجع المفيد إلى الأرض، وخمس أخرى للرجع الضار عن الأرض.

٣ـ يقول ربنا (تبارك وتعالى):

﴿ وَالأَرْضِ ذَاتِ الصَّدْعِ ﴿١٢﴾ ﴾ (الطارق : ١٢).

قال الأقدمون: هو انصداعها عن النبات، وهو صحيح؛ لأن الله (تعالى) جعل فى تركيب تربة الأرض من المعادن والمركبات الكيميائية ما يتميأ (أى يمتص الماء) فيتمدد وينتفش حتى يرتفع إلى أعلى، فترق التربة رقة شديدة وتنشق، وبذلك تفسح التربة للنبتة الطرية الندية المندفعة من داخل البذور المدفونة بالتربة والمعروفة باسم السويقة (تصغير ساق) طريقًا سهلاً إلى أعلى، تصل منه إلى سطح الأرض بسلام، نبتة طيبة، أو شجرة باسقة، ولولا تلك الخاصية التى وضعها الله (تعالى) فى التربة ما أنبتت الأرض ولا كانت صالحة للحياة، وهذا صحيح.

ولكن بعد الحرب العالمية الثانية، اتجه العلماء إلى قيعان البحار والمحيطات بحثًا عن عدد من الثروات المعدنية التى بدأت احتياطياتها على اليابسة فى التناقص باستمرار فى ظل الحضارة المادية المسرفة التى يعيشها إنسان اليوم، فوجدوا أن بأواسط البحار والمحيطات سلاسل جبلية عملاقة تفوق فى ارتفاعها أحيانا أعلى القمم فوق اليابسة، وعند دراسة تلك الحواف البارزة فى أواسط المحيطات، اتضح أنها عبارة عن طفوح بركانية متراكمة فوق بعضها البعض عبر فترات زمنية طويلة، وأن تلك الطفوح لا تزال تندفع عبر شبكة هائلة من الصدوع التى تمزق الغلاف الصخرى للأرض، بعمق يتراوح بين ٦٥كم، ١٥٠كم، وأنها تمتد لمئات الآلاف من الكيلو مترات فى جميع الاتجاهات (وكأنها صدع واحد)؛ لتحيط بالأرض إحاطة كاملة، وتمزق غلافها الصخرى إلى عدد من الألواح الأرضية المتباينة فى مساحاتها وفى كتلتها، وأن هذه الشبكة الهائلة من الصدوع هى بمثابة صمامات الأمن للأرض، حيث تنطلق عبرها كميات هائلة من الحرارة الناتجة عن عمليات التحلل الإشعاعي فى الغلاف الصخرى للأرض، وفى نطاق الضعف الأرضى، (Asthenosphere) الذى يليه إلى الداخل فى اتجاه مركز الأرض. ولولا أنْ قدَّر الله (تعالى) للأرض تلك الشبكة الهائلة من الصدوع لانفجرت منذ اللحظة الأولى

لتجمد قشرتها، ومن هنا علمنا أن من صفات أرضنا الأساسية أنها أرض ذات صدع، ولم نعلم ذلك بيقين إلا فى أواخر الستينيات وأوائل السبعينيات من القرن العشرين.

٤ ـ يقول الله (تعالى) فى محكم كتابه:

﴿ وَالْبَحْرِ الْمَسْجُورِ ۝٦ ﴾ (الطور: ٦).

في اللغة سجر التنور: أوقد عليه حتى أحماه.

والمسجور فى اللغة: هو المتقد نارًا، والماء والنار من الأضداد، وقد دفع ذلك بعدد من المفسرين إلى اعتبار البحر المسجور من أمور الآخرة، استنادًا إلى الآية الكريمة التى يقول فيها الحق (تبارك وتعالى):

﴿ وَإِذَا الْبِحَارُ سُجِّرَتْ ۝٦ ﴾ (التكوير: ٦).

وسياق القسم فى سورة التكوير كله، يتعلق بأمور سوف تقع فى الآخرة، أما سياق القسم فى مطلع سورة الطور، فيتعلق كله بأمور واقعة فى حياتنا الدنيا.

وقد دفع ذلك بعدد آخر من المفسرين إلى البحث عن معنى آخر للفظة (مسجور) غير المتقد نارًا، فوجدوا أن من معانى (سجر) ملأ وكف فقالوا: البحر المسجور أى المملوء بالماء، المكفوف عن اليابسة، وهو صحيح؛ وذلك لأن ٩٧,٥ ٪ من الماء العذب على اليابسة محجوز على قطبي الأرض، وفوق قمم جبالها على هيئة طبقات من الجليد الذي يصل سمكه فوق القطب الجنوبي إلى أربعة كيلو مترات، وفي القطب الشمالي إلى ٣٨٠٠ متر، وهذا الجليد إذا انصهر يقدر له أن يرفع منسوب الماء فى البحار والمحيطات بأكثر من مائة متر، وقد انصهر فى عدد من الأزمنة الأرضية السابقة فغمرت البحار مساحات أكبر من اليابسة التى نحيا عليها اليوم. وفيما يعرف بالأزمنة الجليدية حجزت مساحات أكبر من الجليد فوق اليابسة، فانحسرت البحار كثيرًا عن حدود شواطئها الحالية. وعلى ذلك فإن تفسير ﴿ الْبَحْرِ الْمَسْجُورِ ﴾ بالبحر المملوء بالماء المكفوف عن اليابسة، تفسير صحيح.

ولكن بعد غوص الإنسان إلى أعماق البحار والمحيطات، وجد أن كلاً من محيطات الأرض وعدداً من بحارها يتسع قاعه، بفعل التحرك بعيداً عن شبكة الصدوع الأرضية، بفعل ما يندفع عبرها من ملايين الأطنان من حمم وطفوح بركانية فى درجات حرارة تتعدى الألف درجة مئوية، مما يجعل قيعانها مسجرة فعلاً بدرجات حرارة عالية، وهى ظاهرة من أعظم الظواهر الأرضية وأشدها غرابة، ولم تعرف تلك الظاهرة بأبعادها الدقيقة إلا فى أواخر الستينيات وأوائل السبعينيات من القرن الماضي:

٥ ـ يقول الحق (تبارك وتعالى) فى محكم كتابه:

﴿ وَالْجِبَالَ أَوْتَادًا ۝٧ ﴾ (النبأ: ٧).

يصف القرآن الكريم الجبال فى تسع وثلاثين آية صريحة، منها هذه الآية الكريمة التى تصف الجبال بالأوتاد، وكما أن الوتد أغلبه مدفون فى الأرض، وأقله ظاهر على السطح، ووظيفته التثبيت؛ فقد اكتشف علماء الأرض مؤخراً أن هكذا الجبال، فكل نتوء فوق سطح الأرض له امتداد فى داخلها يتراوح طوله بين ١٠ إلى ١٥ ضعف ارتفاعه فوق مستوى سطح البحر، فكلما كان الارتفاع فوق سطح الأرض كبيراً تضاعف الجزء الغائر فى الأرض امتداداً إلى داخلها؛ ليخترق الغلاف الصخرى للأرض بالكامل، ويطفو فى نطاق الضعف الأرضي، وهو نطاق شبه منصهر، المادة فيه لدنة، عالية الكثافة، عالية اللزوجة، تطفو فيها أوتاد الجبال كما تطفو جبال الجليد فى مياه المحيطات، تحكمها فى ذلك قوانين الطفو، فكلما برت عوامل التعرية قمم الجبال، ارتفعت تلك الجبال إلى أعلى حتى تخرج امتداداتها الداخلية من نطاق الضعف الأرضى بالكامل، وحينئذ تتوقف الجبال عن الحركة حتى يتم بريها، فيظهر فى أعماقها من الثروات الأرضية ما لا يمكن أن يتكون إلا تحت مثل تلك الظروف الاستثنائية من الضغط والحرارة، التى سادت فى أعماق الجبال.

هذا البيان القرآنى المعجز، الذى يصف كلاً من الشكل الخارجى للجبل، وامتداده الداخلى، ووظيفته، فى كلمة واحدة (أوتاد)، يظهر تفوق القرآن الكريم على جميع المعارف الإنسانية، التى لا تزال إلى يومنا هذا تورد تعريف الجبل فى أكثر القواميس العلمية واللغوية انتشاراً على أنه نتوء فوق سطح الأرض، يختلف العلماء فى تحديد ارتفاعه بأكثر من ٣١٠ مترٍ أو من ٦٢٠ مترٍ فوق سطح الأرض من حوله.

٦ - يقول ربنا (تبارك وتعالى) فى محكم كتابه:

﴿ وَالْجِبَالَ أَرْسَاهَا ﴿٣٢﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٣﴾ ﴾ (النازعات: ٣٢، ٣٣).

ويقول (عز من قائل):

﴿ وَأَلْقَىٰ فِي الأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلاً لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾ ﴾ (النحل: ١٥)

والآيات القرآنية فى إرساء الأرض بالجبال كثيرة (عشر أيات)، ولم تعرف هذه الحقيقة إلا منذ ثلاثة عقود فقط، فتمزق الغلاف الصخرى للأرض بشبكة الصدوع يقسم ذلك الغلاف إلى عدد من الألواح واللويحات (الألواح الصغيرة) التى تطفو فوق نطاق الضعف الأرضى، وتتحرك مع دوران الأرض حول محورها حركة سريعة منزلقة فوق نطاق الضعف الأرضى، كما تتحرك باتساع قيعان البحار والمحيطات واندفاع ملايين الأطنان من الطفوح والمتداخلات النارية عبر صدوعها لتدفع قيعان تلك البحار والمحيطات تحت كتل القارات مما يجعلها تميد وتضطرب بصورة لاتسمح لتربة أن تتجمع، ولا لماء أرضى أن يخزن، ولا لنبتة أن تخرج، ولا لعمران أن يقام، ولا تهدأ هذه الحركة إلا بتكون الجبال التى تثبت بامتداداتها العميقة كتل القارات فى قيعان البحار والمحيطات، وإذا تلاشى قاع البحر الفاصل بين قارتين فإنهما تصطدمان مكونتين أعلى السلاسل الجبلية على حافة القارة الراكبة، فتقوم الامتدادات العميقة للجبال بربط كتلتى القارتين المتصادمتين،

وتتوقف حركتهما فى هدوء يسمح بالعمران (كما حدث فى ارتطام شبه القارة الهندية بالقارة الآسيوية وتكون جبال الهيمالايا، وهى من أحدث السلاسل الجبلية وأعلاها ارتفاعًا فوق سطح البحر).

ومن العجيب أن لرسول الله (صلى الله عليه وسلم) حديثًا صحيحًا فى مسند أحمد بن حنبل يقول فيه: (لما خلق الله الأرض جعلت تميدُ «أى: تضطرب»، فخلق الجبال فعاد بها عليها فاستقرت...)(*).

٧ـ يقول ربنا (تبارك وتعالى) في محكم كتابه:

﴿لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾﴾ (الحديد: ٢٥).

قال الأقدمون والمحدثون من المفسرين: أنزلنا هنا بمعنى: قدرنا وجعلنا، وذلك لأن الحديد يتركز فى جوف الأرض، وأن نسبته تتناقص من مركز الأرض إلى قشرتها، وأن له من الصفات الفيزيائية والكيميائية ما يجعله متميزًا عن جميع العناصر الأخرى المعروفة لنا، والتى يتعدى عددها مائة وأربعة عناصر؛ فركز المفسرون على بأسه الشديد ومنافعه للناس.

ولكن فى السنوات المتأخرة من القرن العشرين، لاحظ العلماء أن الغالبية العظمى من تركيب الجزء المنظور لنا من الكون هو غاز الإيدروجين (أخف العناصر وأبسطها تركيبًا، ولذلك وضع فى الرقم واحد من الجدول الدورى للعناصر)، ويلى غاز الإيدروجين فى الكثرة غاز الهيليوم (العنصر الثانى فى الجدول الدورى للعناصر)، وهذان الغازان معًا يكونان أكثر قليلاً من ٩٨٪ (> ٧٤٪ غاز الإيدروجين، ٢٤٪ غاز الهيليوم) من مادة الكون المنظور، وباقى العناصر

(*) حديث رقم ١١٨٠٥ في مسند أحمد بن حنبل. وفي جامع الترمذي (حديث رقم ٣٢٩١) جاء بالصياغة التالية: «لما خلق الله الأرض جعلت تميد، فخلق الجبال فقال بها عليها فاستقرت..».

الأخرى مجتمعة لا تشكل سوى أقل من ٢٪ فقط، وقد دفعت هذه الملاحظة بعالمين معاصرين هما «فريد هويل»، و«فاولر» إلى وضع نظرية عن تأصل العناصر، بمعنى أن جميع العناصر المعروفة لنا فى الجزء المدرك من الكون قد تخلقت باندماج نوى ذرات الإيدروجين مع بعضها البعض، فى سلاسل متتالية، أنتجت تلك العناصر المتزايدة فى أوزانها وأرقامها الذرية بطريقة متتابعة، وبعملية تعرف باسم عملية الاندماج النووى (Nuclear Fusion) تنتج عنها كميات هائلة من الحرارة التى تمثل حرارة النجوم.

وهذه العملية المعروفة باسم عملية الاندماج النووي تستمر مطلقه للطاقة (Exothermic) حتى تصل إلى مرحلة تخليق نوى الحديد، فتتحول إلى عملية مستهلكة للطاقة (Endothermic)؛ وحين يتحول لب النجم إلى حديد ينفجر وتتناثر أشلاؤه في صفحة السماء؛ لتدخل بقدر الله في مجال جاذبية أجرام سماوية تحتاج إلى الحديد؛ أو تتفاعل مع اللبنات الأولية للمادة والموجودة في صفحة السماء على هيئة الأشعة الكونية؛ لتكون العناصر الأعلى في وزنها الذري من الحديد.

وحينما نظر العلماء فى شمسنا، لاحظوا أن عملية الاندماج النووى فيها لاتتخطى انتاج عنصر السيليكون، لذلك فدرجة حرارة سطحها لاتتعدى ٦٠٠٠ْم، وتزداد تلك الحرارة فى اتجاه مركزها إلى حوالى خمسة عشر إلى عشرين مليون درجة مئوية، وأن هذه الحرارة أقل بكثير من الحرارة اللازمة لتخليق الحديد بعملية الاندماج النووى.

ثم نظر العلماء فى صفحة الكون خارج مجموعتنا الشمسية، فوجدوا نجومًا عملاقة تتوهج في مرحلة من مراحل حياتها، فتزيد درجة حرارتها إلى مئات البلايين من الدرجات المئوية، ولاحظوا أن تلك النجوم، التى عرفوها باسم النجوم المستعرة أو المستعرات (Novae) هى التى تصل فيها عملية الاندماج النووى إلى مرحلة تخليق الحديد، ولكنها لا تستطيع أن تستمر فى إنتاج الحديد طيلة عمرها؛ لأنه في الوقت الذي تنتج فيه عملية الاندماج النووي لتكوين العناصر قبل

الحديد كميات هائلة من الحرارة فإن هذه العملية تستهلك كميات هائلة من الحرارة في إنتاج الحديد، ولذلك فإن المستعرات تنفجر على هيئة مستعرات عظمي (Supernovae) عندما تصل نسبة الحديد فيها إلى حوالى ٥٠٪ من كتلتها، فتتناثر أشلاؤها فى صفحة الكون، وتدخل بقدر الله فى نطاق جاذبية الأجرام السماوية التى تحتاج إلى هذا القدر من الحديد، تمامًا كما تدخل النيازك الحديدية إلى أرضنا اليوم، وبذلك ثبت لنا أن الحديد فى أرضنا قد أنزل إليها من خارج مجموعتنا الشمسية إنزالاً حقيقيًا، وأن أرضنا حينما انفصلت عن الشمس لم تكن سوى كومة من الرماد ليس فيها من العناصر شيء أثقل من الألومنيوم والسيليكون، ثم رجمت بوابل من النيازك الحديدية، التى استقرت فى جوفها، فانصهرت بحرارة الاستقرار، وصهرتها ومايزتها إلى سبع أراضين: لب صلب داخلي أغلبه من الحديد والنيكل، ولب سائل حول تلك النواة الحديدية الصلبة أغلبه أيضًا من الحديد والنيكل، ثم أربعة أوشحة متتالية ومتباينة فى صفاتها الطبيعية والكيميائية، تتناقص فيها نسبة الحديد من الداخل إلى الخارج والنطاق الأعلى منها شبه منصهر، ثم الغلاف الصخرى للأرض وبه أيضًا نسبة من الحديد تصل إلى ٦, ٥٪.

ومن الثابت الآن أن الحديد الذى يشكل أكثر من ثلث كتلة الأرض (٩, ٣٥٪ من كتلة الأرض) المقدرة بحوالي (ستة آلاف مليون مليون مليون طن) قد أنزل إلى الأرض من السماء، وأن جميع الأجرام الموجودة فى مجموعتنا الشمسية قد أرسل الحديد إليها من خارج المجموعة الشمسية، وهذا ما أثبته القرآن الكريم من قبل أربعة عشر قرنًا، بقول الحق (تبارك وتعالى): ﴿لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾﴾ (سورة الحديد: ٢٥).

ولولا حديد الأرض ما أمكن أن يكون لها مجال مغناطيسى، وبالتالى ما أمكن لها أن تجتذب غلافًا هوائيًا أو غلافًا مائيًا، ولا أمكن لها أن تكون صالحة للحياة،

خاصة أن الحديد يشكل جزءاً مهما من المادة الحمراء (الهيموجلوبين) فى دماء الإنسان، وفي دماء كثير من الحيوانات.

هذه الإشارات الكونية فى القرآن الكريم تبقى شاهدة على أن القرآن كلام الله الخالق، البارئ، المصور، وأن سيدنا محمداً (صلى الله عليه وسلم) هو خاتم أنبيائه ورسله، وأنه (صلى الله عليه وسلم) كان موصولاً بالوحى ومعلماً من قبل خالق السماوات والأرض؛ لأنه لا يمكن لعاقل أن يتصور توافر تلك المعلومات الدقيقة عن الكون ومكوناته قبل أربعة عشر قرنًا إلا عن طريق وحى السماء.

هذا أسلوب فى الدعوة إلى الله (تعالى) وإلى دينه الخاتم لم يكن متوفراً لنا من قبل، وعلى المسلمين استعماله بحكمة بالغة فى زمن فتن الناس فيه بالعلم ومنجزاته فتنة كبيرة، وكثرت مفتريات المفترين على الإسلام والمسلمين في كافة وسائل الإعلام، كما كثرت المؤامرات على أمة الإسلام في كل أرض وفي كل مكان. وأصبحت أراضي المسلمين مثخنة بالحروب ومستباحة من قبل الأعداء، وغارقة في الدماء ومدمرة تدميراً كاملاً بسبب ما شوه به أعداء الله صورة هذا الدين وصورة أتباعه من المسلمين، وعجز هؤلاء عن القيام بواجب الدعوة إلى دين الله الخاتم، فوصلنا إلى ما وصلنا إليه من حال، ولا مخرج لنا منه إلا بحسن الدعوة إلى دين الله الخاتم، وأحسب أن الدعوة بتوظيف الإعجاز العلمي في كتاب الله وفي سنة رسوله (صلى الله عليه وسلم) هي من أنسب أساليب الدعوة في زماننا، زمن العلوم الكونية والتقنية.

وفي الصفحات التالية أوضح جانبا من جوانب الإعجاز العلمي في كتاب الله بتفصيلاته العلمية المطلوبة ألا وهو موضوع «الجبال في القرآن الكريم» وقد أشرت إلى عدد من آياته في العجالة السابقة، وسأفصله في الأبواب التالية كأنموذج من نماذج التعامل العلمي مع الآيات الكونية في كتاب الله.

* * *

الفصل الأول

المفهوم اللغوي للجبال

أولا: الجبال في اللغة العربية:

(الجبل) فى اللغة العربية: هو ما ارتفع من الأرض إذا عظم وطال، جمعه (جِبَالٌ) و(أَجْبَالٌ) و(أَجْبُل)، ويقال (أجبل) المسافر، و(تَجَبَّلَ) و(جابل) أى صار إلى الجبل بمعنى وصل إليه أو دخله وسكن فيه، ويقال للحية (ابنة الجبل) لأن الجبل مأواها، ويقال للداهية كذلك (ابنة الجبل) لأنها تثقل الكاهل كأنها جبل، كما يقال للصدى (ابن الجبل)، و(الجَبْلة) و(الجِبْلة) و(الجَبَلَة) و(الجِبلَّة) القوة أو صلابة الأرض.

و(الجَبَال): البَدَن، يقال: فلان (مجبول) أو (خطير الجبال): أى عظيم البدن تشبيها بالجبل، و(تَجَبَّلَ) ما عنده أى استنظفه؛ و(الجبْل): ساحة البيت؛ أو الكثير يقال: حيٌّ (جبْلٌ) أى كثير، والجُبُلَّة: الكثير من كل شيء أو السنة المجدبة. (الجِبْلَةُ): المادة السائلة بداخل الخلية الحية (البروتوبلازم أو السيتوبلازم).

ويقال: (جَبَلَه) الله (جَبْلاً) أى خلقه وفطره من مثل قولك: (جبله) الله على الكرم، أى فطره عليه.

و(الجَبَلَةُ) و (الجِبْلَة) الخلقة والطبيعة، و(الجبلّى) الطبيعي؛ و(الجُبُلَّة): الأصل وأصله الوجه وما استقبلك منه، و(الجُبُلُ) و(الجُبْلَة) الجماعة من الناس؛ والجبل: الغليظ.

يقال: (جَبَل) التراب (جَبْلاً) أى صب عليه الماء ودعكه حتى صار طينًا.

وجَبَّلَهُ: أي قطعه قطعًا شتى، وأجْبَلَهُ: وجده بخيلاً، والجَبَل: الممسك البخيل؛ وأجْبَل: أى فشل وأخفق.

ويعرف (الجبل) - كشكل من أشكال تضاريس الأرض - بأنه كتلة من الأرض ترتفع بشكل واضح بارزة فوق ما يحيطها، وتكون أعلى من التل.

ثانيا: الجبال في القواميس اللغوية والعلمية غير العربية:

يعرف الجبل في معجم المصطلحات الچيولوچية(*) بأنه تل مرتفع أو قطعة من الأرض ترتفع بشكل كبير على الأراضى المجاورة لها، وتوجد عادة متصلة فى أطواف، أو فى منظومات أو سلاسل جبلية طويلة، ولكنها قد تكون أحيانًا على شكل مرتفعات فردية معزولة.

ويطلق مصطلح الجبل عادة على الارتفاعات التى تزيد على ٥١٠م أو ٦١٠م، أما المرتفعات التى تقل عن ذلك، فتسمى تلالا (Hills) وإن كان ارتفاعها فى هذه الحدود كبيراً، فإنها تسمى ربوة (Hillock)، ومع ذلك فإن المعجم نفسه يصف (فى الصفحة ٢٠٧) التل بأنه «يقتصر على الارتفاعات الفجائية أو التى تقترب من تلك الفجائية وتقل عن ٣٠٥م، وكل ما يزيد على ذلك من المرتفعات يسمى جبلاً، (علمًا بأن كثيراً من المراجع تعتبر المرتفعات التى تزيد على ٣٠٠م جبالاً).

ويعرف **الطوف الجبلى** (The Mountain Range) في المرجع نفسه بأنه كتلة واحدة كبيرة، تتكون من تتابعات متعاقبة من الجبال أو الحواف الجبلية المتقاربة، ذات القمم أو بدونها، والمتواصلة فى المكان والاتجاه والتكوين والعمر.

ويعتبر الطوف الجبلى من العناصر المكونة لأى من المنظومة الجبلية أو السلسلة الجبلية، وتعرف **المنظومة الجبلية** (Mountain System) بأنها «عدد من أطواف الجبال

(*) ١٩٧٦م، صفحة ٢٨٩.

المتوازية والمتقاربة والتى يمكن جمعها فى منظومة واحدة». أما **السلسلة الجبلية** (Mountain Chain) فتعرف بأنها «نسق معقد ومتصل من العديد من الأطواف والمنظومات الجبلية المتوازية إلى حد ما، والتى تجمع معًا دون أى اعتبار للتشابه فى الشكل أو البنية أو الأصل، ولكنها تكون ذات ترتيب طولى عام أو اتجاه محدد».

وبعبارة أخرى فإن الطوف الجبلى هو عبارة عن نسق من مجموعات متوازية أو شبه متوازية من الحواف التى تشكلت كلها من صخور ترسبت فى حوض واحد من أحواض الترسيب، بينما تتكون المنظومة الجبلية من عدد من المجموعات الجبلية المتوازية أو المتتابعة، والتى تشكلت من ترسبات عدد من أحواض الترسيب المختلفة وإن كانت قد طويت فى عمر واحد، وتتكون السلسلة الجبلية من منظومتين جبليتين أو أكثر، لهما نفس الاتجاه العام تقريبًا ونفس الارتفاع، دون ارتباط ببيئة ترسيبية واحدة أو حركة واحدة من الحركات البانية للجبال، فى حين أن الأحزمة الجبلية (Mountain Belts or Cordillera) تتكون من عدد من السلاسل الجبلية فى نفس الجزء من إحدى القارات (cf. Milligan, 1977, p 445).

ويعرف منكهاوس وسمول (Small & Monkhouse) فى معجم البيئة الطبيعية (١٩٧٨) مصطلح «جبل» على النحو الآتى: «قطعة من الأرض مرتفعة بشكل ملحوظ، تحيط بها حواف شديدة الانحدار، وتصل فى ارتفاعاتها إلى مستوى الحواف البارزة أو القمم الفردية المرتفعة، وليس لها أى ارتفاع محدد، ولكنها تعتبر عادة فى بريطانيا أكثر من ٦٠٠م (٢٠٠٠ قدم) إلا إذا ارتفعت فجأة من الأراضى المنخفضة كجبل كونوى (Conway) على سبيل المثال، وفى مثل هذه الحالة يستخدم مصطلح (Mount) فى بعض الأحيان».

وتعرف دائرة المعارف البريطانية الجديدة (New Encyclopaedia Britannica) الجبل بأنه «منطقة من الأرض أعلى بكثير نسبيًا من الأراضى المحيطة بها» وتضيف: «وعليه فإن ما يدعى بالتلال المصاحبة لمجموعات الجبال السامقة كجبال الهيمالايا تعتبر جبالاً لو وجدت فى مكان آخر أقل ارتفاعًا».

وبالمثل فإن دائرة المعارف الأمريكية (Encyclopedia Americana) تعرف الجبل بأنه «جزء من سطح الأرض يرتفع على مستوى المنطقة المحيطة به» وتضيف: «وبصفة عامة يتضاءل ارتفاع الأطواف الجبلية (Mountain Ranges) على مراحل مارة بمرحلة التلال إلى المناطق المنخفضة التى تدعى السهول، ولكن هذه العملية تكون سريعة جدا فى بعض الحالات، وتوجد الجبال فى كافة أرجاء المعمورة فى المناطق القارية والمحيطية سواء بسواء»(*).

ولكن اليوم يعرف الجبل بأنه كتلة برية عالية لا تستوى الأرض فيها إلا قليلا عند القمة، وتوجد بعض الجبال منعزلة، ولكن الأغلب يوجد فى مجموعات أو فى صفوف - إما فى شكل حيد واحد مركب يعرف باسم الطوف الجبلي (Mountain Range)، أو فى سلسلة من الحيود المترابطة التي منها المنظومة الجبلية (Mountain System) وهى عدد من صفوف الجبال المترابطة من حيث الشكل والأصل، والسلسلة الجبلية (Mountain Chain) التي تنتظم عددا من المجموعات الجبلية التى تشغل منطقة عامة بعينها، والأحزمة الجبلية (Mountain Beltsor Cordillera) التي تتركب من عدد من الصفوف الجبلية المعقدة من الأطواف والنظم والسلاسل الجبلية.

وبعض الجبال قد تكون مجرد بقايا لهضاب نحتتها عوامل التعرية، وبعضها الآخر قد يكون مخاريط بركانية، أو متداخلات نارية كبيرة، والبعض الثالث قد يكون جبالاً صدعية تكونت نتيجة لرفع كتل ضخمة من الأرض بالنسبة للكتل المجاورة لها؛ والبعض الرابع قد يكون نتيجة لعمليات الطي (جبال الطى) ولكن الغالبية الساحقة من الجبال هي جبال ذات تراكيب بنيوية معقدة، دخل فى بنائها كلّ من الطى والتصدع والمتداخلات النارية والطفوح البركانية، ومعظمها يتعرض للرفع الرأسى بعد حدوث عمليات التعرية.

(*) وإن كانت الجبال في أواسط المحيطات ليست جبالاً حقيقية؛ لأنها تبنى بناءً معاكسا لبناء الجبال، ولذلك يطلق عليها اسم الأوتاد المعكوسة (Anti - Roots).

وكان القدامى يرون الحركات الأرضية البانية للجبال صدى لتلاؤم قشرة الأرض مع انكماشها ككل ؛ ويرى المحدثون فيها صورة من صور الاتزان الأرضى ؛ لتساوى الضغوط على مركزها من كافة النقاط على سطحها، مهما تباينت منا سيب تلك النقاط على سطح الأرض، ويتم ذلك مع انجراف ألواح الغلاف الصخرى للأرض مصطدمة مع بعضها البعض، فيؤدى تصادمها إلى تجعد حوافها نتيجة للاحتكاكات والمقاومة الشديدتين، كما هو الحال فى سلاسل جبال غربى الأمريكتين (سلاسل جبال روكى والإنديز)، والحزام الأوروبى الأسيوى الذى يضم جبال البرانس، الألب، جبال البلقان، طوروس، زاجروس، القوقاز، هندكوش، والهيمالايا.

يتضح مما تقدم أن كلا من التعريف اللغوى والعلمى الشائع للجبال يقتصر على النتوءات البارزة من هذه التضاريس بالنسبة للمنطقة المحيطة بها، وعلى قممها ومنحدراتها، وكذلك على وجودها إما فى مجموعات معقدة من الأطواف والمنظومات، والسلاسل الجبلية المتوازية أو شبه المتوازية، والأحزمة الجبلية، أو فى مرتفعات فردية، وبتعبير آخر فإن التعريفات الشائعة كلها تقتصر على الأشكال الخارجية لتلك التضاريس دون أدنى فكرة عن امتداداتها - تحت السطح - التى ثبت مؤخراً أنها تبلغ أضعاف ارتفاعها الخارجي لمرات عديدة.

وعلى النقيض من ذلك، فإن القرآن الكريم الذى أنزل قبل ١٤ قرنًا يصف الجبال بأنها أوتاد، وكما أن الوتد أغلبه مدفون فى الأرض، وأقله ظاهر فوق السطح ووظيفته التثبيت، فقد أوضحت الدراسات الحديثة أن هكذا الجبال، بمعنى أن كل ارتفاع على سطح الأرض له امتداد فى داخل غلافها الصخرى يتراوح بين ١٠ ، ١٥ ضعف ذلك الارتفاع، وأن هذا الانغراس فى داخل الأرض هو الذى يثبت ألواح الغلاف الصخرى للأرض ويجعلها صالحة للإعمار؛ لأن تلك الألواح الصخرية تطفو فوق نطاق الضعف الأرضى، وهو نطاق لدن شبه منصهر عالى الكثافة، عالى اللزوجة، وبدوران الأرض حول محورها تنزلق تلك الألواح عليه بسرعة فائقة،

يعين عليها اندفاع الصهارة الصخرية عبر صدوع الأرض بملايين الأطنان في كل ثانية؛ وعلى ذلك فإن الجبال تعمل على تثبيت الغلاف الصخرى للأرض بقوة حتى لاتهتز بنا، وكأوتاد للأرض، فإن الجبال تعمل على تثبيت تلك الألواح الصخرية فى مكانها بالاتجاه إلى الأسفل فتطفو في نطاق الضعف الأرضي، تحكمها في ذلك قوانين الطفو، تمامًا كما تطفو جبال الجليد في مياه المحيطات، فتعين الجبال على الانتصاب فوق سطح الأرض.

وقد وصف القرآن الكريم من قبل أربعة عشر قرنًا ـ وبكلمات محددة ـ كلاًّ من الشكل الخارجى للجبل، وارتفاعه فوق سطح الأرض، وامتداداته الهائلة بداخلها، والدور الدقيق الذى يؤديه الجبل كوسيلة لتثبيت الغلاف الصخرى للأرض، ولتثبيت الكوكب ككل وتثبيت التربة على سفوحه؛ وأجاب عن تساؤل الإنسان عما إذا كان للجبال جذور ضاربة فى الأرض تحت الأجزاء الظاهرة منها قبل أن يدرك الإنسان أى قيمة لوجود الجبال على سطح كوكبنا، وهى القيمة التى لم يبدأ الإنسان في تصورها إلا فى العصر الراهن ومن قبل عدد محدود من المتخصصين فى ميدان علوم الأرض.

كذلك جاءت الإشارات القرآنية للجبال على أنها «رواسى» تثبت الأرض بمجموعها، كما تثبت كتل القارات التى نحيا عليها، وشبهت الجبال بالسفن التى ترسو فى مياه البحار، ويأتى العلم الحديث ليؤكد على أن الجبال تمتد باندفاعاتها الداخلية؛ لتطفو فى نطاق الضعف الأرضى كما تطفو جبال الجليد فى مياه المحيطات، فهي رواسٍ حقيقة لا مجازاً؛ كذلك فإنها تعمل على التقليل من ترنح الأرض فى دورانها حوِل محورها، كما تعمل قطع الرصاص التى توضع حول إطار السيارة للتقليل من ترنحه فى أثناء دوران ذلك الإطار؛ وسفوح الجبال بانحداراتها اللطيفة عند أقدام تلك المرتفعات الأرضية محضن جيد للرسوبيات التي ترتكز إليها براحة واستقرار تامين.

* * *

الفصل الثاني

الإشارات القرآنية للجبال

وردت كلمة جبل بصيغة المفرد والجمع في القرآن الكريم ٣٩ مرة، منها (٦ مرات في صيغة المفرد و٣٣ مرة في صيغة الجمع) وجاءت الإشارة إليها بالتعبير ﴿رواسي﴾ في عشر آيات أخرى، ويمكن تصنيف هذه الإشارات القرآنية للجبال، والتي يبلغ عددها ثمان وأربعين إلى ٩ فئات مميزة على النحو الآتي:

١ - آيات تشير إلى شكل مرتفع ارتفاعًا ملحوظًا من الأرض، كما جاء في قول الحق (تبارك وتعالى): ﴿وَإِذْ قَالَ إِبْرَاهِيمُ رَبِّ أَرِنِي كَيْفَ تُحْيِي الْمَوْتَىٰ قَالَ أَوَلَمْ تُؤْمِن قَالَ بَلَىٰ وَلَٰكِن لِّيَطْمَئِنَّ قَلْبِي قَالَ فَخُذْ أَرْبَعَةً مِّنَ الطَّيْرِ فَصُرْهُنَّ إِلَيْكَ ثُمَّ اجْعَلْ عَلَىٰ كُلِّ جَبَلٍ مِّنْهُنَّ جُزْءًا ثُمَّ ادْعُهُنَّ يَأْتِينَكَ سَعْيًا وَاعْلَمْ أَنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ ﴿٢٦٠﴾﴾ (البقرة: ٢٦٠).

وكما جاء في قوله (تعالى): ﴿قَالَ سَآوِي إِلَىٰ جَبَلٍ يَعْصِمُنِي مِنَ الْمَاءِ قَالَ لَا عَاصِمَ الْيَوْمَ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِلَّا مَن رَّحِمَ وَحَالَ بَيْنَهُمَا الْمَوْجُ فَكَانَ مِنَ الْمُغْرَقِينَ ﴿٤٣﴾﴾ (هود ٤٣).

٢ - آيات تشير بصورة رمزية إلى ضخامة الكتلة الجبلية أو تدل على ارتفاعها وطبيعتها الصلبة الهائلة، وذلك من مثل قوله (تعالى): ﴿وَلَوْ أَنَّ قُرْآنًا سُيِّرَتْ بِهِ الْجِبَالُ أَوْ قُطِّعَتْ بِهِ الْأَرْضُ أَوْ كُلِّمَ بِهِ الْمَوْتَىٰ بَل لِّلَّهِ الْأَمْرُ جَمِيعًا أَفَلَمْ يَيْأَسِ الَّذِينَ آمَنُوا أَن لَّوْ يَشَاءُ اللَّهُ لَهَدَى النَّاسَ جَمِيعًا وَلَا يَزَالُ الَّذِينَ كَفَرُوا تُصِيبُهُم بِمَا صَنَعُوا قَارِعَةٌ أَوْ تَحُلُّ قَرِيبًا مِّن دَارِهِمْ حَتَّىٰ يَأْتِيَ وَعْدُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُخْلِفُ الْمِيعَادَ ﴿٣١﴾﴾ (الرعد: ٣١).

وقوله (تعالى): ﴿وَقَدْ مَكَرُوا مَكْرَهُمْ وَعِندَ اللَّهِ مَكْرُهُمْ وَإِن كَانَ مَكْرُهُمْ لِتَزُولَ مِنْهُ الْجِبَالُ ﴿٤٦﴾﴾ (إبراهيم: ٤٦).

وقوله (عز من قائل): ﴿وَلا تَمْشِ فِي الأَرْضِ مَرَحًا إِنَّكَ لَن تَخْرِقَ الأَرْضَ وَلَن تَبْلُغَ الْجِبَالَ طُولاً ﴿٣٧﴾﴾ (الإسراء: ٣٧).

وقوله (سبحانه): ﴿تَكَادُ السَّمَوَاتُ يَتَفَطَّرْنَ مِنْهُ وَتَنشَقُّ الأَرْضُ وَتَخِرُّ الْجِبَالُ هَدًّا ﴿٩٠﴾﴾ (مريم: ٩٠).

وقوله (تبارك اسمه): ﴿إِنَّا عَرَضْنَا الأَمَانَةَ عَلَى السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ وَالْجِبَالِ فَأَبَيْنَ أَن يَحْمِلْنَهَا وَأَشْفَقْنَ مِنْهَا وَحَمَلَهَا الإِنسَانُ إِنَّهُ كَانَ ظَلُومًا جَهُولاً ﴿٧٢﴾﴾ (الأحزاب: ٧٢).

وقوله (تبارك وتعالى): ﴿لَوْ أَنزَلْنَا هَذَا الْقُرْآنَ عَلَىٰ جَبَلٍ لَّرَأَيْتَهُ خَاشِعًا مُّتَصَدِّعًا مِّنْ خَشْيَةِ اللَّهِ وَتِلْكَ الأَمْثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٢١﴾﴾ (الحشر: ٢١).

٣ـ آيات تذكر كلمة جبال فى مقام التشبيه، وذلك مثل قول ربنا (تبارك اسمه): ﴿وَهِيَ تَجْرِي بِهِمْ فِي مَوْجٍ كَالْجِبَالِ وَنَادَىٰ نُوحٌ ابْنَهُ وَكَانَ فِي مَعْزِلٍ يَا بُنَيَّ ارْكَب مَّعَنَا وَلا تَكُن مَّعَ الْكَافِرِينَ ﴿٤٢﴾﴾ (هود: ٤٢).

وقوله (تعالى): ﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِن جِبَالٍ فِيهَا مِن بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَن يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَن مَّن يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالأَبْصَارِ ﴿٤٣﴾﴾ (النور: ٤٣).

٤ـ آيات تشير إلى جبال ذات أهمية تاريخية كجبال ثمود، وذلك مثل قوله (سبحانه): ﴿وَاذْكُرُوا إِذْ جَعَلَكُمْ خُلَفَاءَ مِنْ بَعْدِ عَادٍ وَبَوَّأَكُمْ فِي الأَرْضِ تَتَّخِذُونَ مِن سُهُولِهَا قُصُورًا وَتَنْحِتُونَ الْجِبَالَ بُيُوتًا فَاذْكُرُوا آلاءَ اللَّهِ وَلا تَعْثَوْا فِي الأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٧٤﴾﴾ (الأعراف: ٧٤).

وقوله (عز من قائل): ﴿وَكَانُوا يَنْحِتُونَ مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا آمِنِينَ (٨٢)﴾

(الحجر: ٨٢).

وقوله (تعالى): ﴿وَتَنْحِتُونَ مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا فَارِهِينَ (١٤٩)﴾ (الشعراء: ١٤٩).

٥ـ آيات تشير إلى الجبال التي شهدت بعض المعجزات مثل قول ربنا (تبارك وتعالى): ﴿وَإِذْ قَالَ إِبْرَاهِيمُ رَبِّ أَرِنِي كَيْفَ تُحْيِي الْمَوْتَىٰ قَالَ أَوَلَمْ تُؤْمِن قَالَ بَلَىٰ وَلَكِن لِّيَطْمَئِنَّ قَلْبِي قَالَ فَخُذْ أَرْبَعَةً مِّنَ الطَّيْرِ فَصُرْهُنَّ إِلَيْكَ ثُمَّ اجْعَلْ عَلَىٰ كُلِّ جَبَلٍ مِّنْهُنَّ جُزْءًا ثُمَّ ادْعُهُنَّ يَأْتِينَكَ سَعْيًا وَاعْلَمْ أَنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ (٢٦٠)﴾ (البقرة: ٢٦٠).

وقوله (تعالى): ﴿وَلَمَّا جَاءَ مُوسَىٰ لِمِيقَاتِنَا وَكَلَّمَهُ رَبُّهُ قَالَ رَبِّ أَرِنِي أَنظُرْ إِلَيْكَ قَالَ لَن تَرَانِي وَلَكِنِ انظُرْ إِلَى الْجَبَلِ فَإِنِ اسْتَقَرَّ مَكَانَهُ فَسَوْفَ تَرَانِي فَلَمَّا تَجَلَّىٰ رَبُّهُ لِلْجَبَلِ جَعَلَهُ دَكًّا وَخَرَّ مُوسَىٰ صَعِقًا فَلَمَّا أَفَاقَ قَالَ سُبْحَانَكَ تُبْتُ إِلَيْكَ وَأَنَا أَوَّلُ الْمُؤْمِنِينَ (١٤٣)﴾ (الأعراف: ١٤٣).

وقوله (سبحانه): ﴿وَإِذْ نَتَقْنَا الْجَبَلَ فَوْقَهُمْ كَأَنَّهُ ظُلَّةٌ وَظَنُّوا أَنَّهُ وَاقِعٌ بِهِمْ خُذُوا مَا آتَيْنَاكُم بِقُوَّةٍ وَاذْكُرُوا مَا فِيهِ لَعَلَّكُمْ تَتَّقُونَ (١٧١)﴾ (الأعراف: ١٧١).

٦ـ آيات تذكر استخدام كلّ من الإنسان والحيوان للجبال كملجأ أو كمصادر للمياه الجارية، وفي ذلك قال (تعالى): ﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (٦٨)﴾ (النحل: ٦٨).

وقال (عز من قائل): ﴿وَاللَّهُ جَعَلَ لَكُم مِّمَّا خَلَقَ ظِلَالًا وَجَعَلَ لَكُم مِّنَ الْجِبَالِ أَكْنَانًا وَجَعَلَ لَكُمْ سَرَابِيلَ تَقِيكُمُ الْحَرَّ وَسَرَابِيلَ تَقِيكُم بَأْسَكُمْ كَذَلِكَ يُتِمُّ نِعْمَتَهُ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ تُسْلِمُونَ (٨١)﴾ (النحل: ٨١).

وقال (سبحانه): ﴿وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (٣)﴾

(الرعد: ٣).

وقال: ﴿ وَأَلْقَىٰ فِي الأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلاً لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾ ﴾ (النحل: ١٥).

وقال: ﴿ أَمَّن جَعَلَ الأَرْضَ قَرَارًا وَجَعَلَ خِلالَهَا أَنْهَارًا وَجَعَلَ لَهَا رَوَاسِيَ وَجَعَلَ بَيْنَ الْبَحْرَيْنِ حَاجِزًا أَإِلَٰهٌ مَّعَ اللَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لا يَعْلَمُونَ ﴿٦١﴾ ﴾ (النمل: ٦١).

وقال (عز من قائل):

﴿ وَجَعَلْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ شَامِخَاتٍ وَأَسْقَيْنَاكُم مَّاءً فُرَاتًا ﴿٢٧﴾ ﴾ (المرسلات: ٢٧).

٧ ـ آية واحدة تصف الجبال بأنها أوتاد، إشارة إلى امتداداتها الداخلية الهائلة وآيات أخرى تؤكد على دور الجبال في تثبيت الأرض، أو تصف كيفية قيام الجبال على سطحها. وفي ذلك قال ربنا (تبارك وتعالى):

﴿ وَالْجِبَالَ أَوْتَادًا ﴿٧﴾ ﴾ (النبأ: ٧).

وقال (سبحانه): ﴿ وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٣﴾ ﴾ (الرعد: ٣).

وقال (سبحانه): ﴿ وَالأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ﴿١٩﴾ ﴾ (الحجر: ١٩).

وقال (عز من قائل):

﴿ وَأَلْقَىٰ فِي الأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلاً لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾ ﴾ (النحل: ١٥).

وقال: ﴿ وَجَعَلْنَا فِي الأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِهِمْ وَجَعَلْنَا فِيهَا فِجَاجًا سُبُلاً لَّعَلَّهُمْ يَهْتَدُونَ ﴿٣١﴾ ﴾ (الأنبياء: ٣١).

وقال (سبحانه وتعالى): ﴿أَمَّن جعلَ الأَرْضَ قرارًا وجعلَ خلالَها أنْهارًا وجعلَ لها رَواسِيَ وَجَعَلَ بيْنَ الْبَحْرَيْنِ حاجِزًا أَإِلَهٌ مَّعَ اللَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لا يَعْلَمُونَ ﴿٦١﴾﴾ (النمل: ٦١).

وقال (تبارك اسمه): ﴿خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَأَلْقَىٰ فِي الأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾﴾ (لقمان: ١٠).

وقال: ﴿وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ مِن فَوْقِهَا وَبَارَكَ فِيهَا وَقَدَّرَ فِيهَا أَقْوَاتَهَا فِي أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ سَوَاءً لِّلسَّائِلِينَ ﴿١٠﴾﴾ (فصلت: ١٠).

وقال: ﴿وَالأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ ﴿٧﴾﴾ (ق: ٧).

وقال: ﴿وَجَعَلْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ شَامِخَاتٍ وَأَسْقَيْنَاكُم مَّاءً فُرَاتًا ﴿٢٧﴾﴾ (المرسلات: ٢٧).

وقال: ﴿وَالْجِبَالَ أَرْسَاهَا ﴿٣٢﴾﴾ (النازعات: ٣٢).

وقال (سبحانه وتعالى): ﴿وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ ﴿١٩﴾﴾ (الغاشية: ١٩).

وهناك فئة أخرى من الآيات الكريمة فى هذه المجموعة تصف بعض النواحى العملية للجبال، من مثل وجود جدد مختلفة الألوان فيها، وفي ذلك يقول ربنا (تبارك وتعالى): ﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴿٢٧﴾﴾ (فاطر: ٢٧).

أو تؤكد حقيقة أن الجبال ليست أجسامًا ثابتة بالرغم من حجمها الهائل؛ إذ إنها تتبع حركات الأرض، فتدور معها حيث تدور، وفي ذلك قال ربنا (وهو أحسن القائلين): ﴿وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ ﴿٨٨﴾﴾ (النمل: ٨٨).

وتبين هذه الآيات المفهوم العلمي للجبال، وهو محور الاهتمام الرئيسي لهذا الفصل وللفصول التالية من هذا الكتاب.

٨ ـ آيات تشير إلى الجبال بوصفها من الخلق المسبح لله العابد له (تعالى)، وذلك من مثل قوله (تبارك اسمه): ﴿فَفَهَّمْنَاهَا سُلَيْمَانَ وَكُلاًّ آتَيْنَا حُكْمًا وَعِلْمًا وَسَخَّرْنَا مَعَ دَاوُدَ الْجِبَالَ يُسَبِّحْنَ وَالطَّيْرَ وَكُنَّا فَاعِلِينَ ﴿٧٩﴾﴾ (الأنبياء: ٧٩).

وقوله (عز من قائل): ﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يَسْجُدُ لَهُ مَن فِي السَّمَوَاتِ وَمَن فِي الأَرْضِ وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومُ وَالْجِبَالُ وَالشَّجَرُ وَالدَّوَابُّ وَكَثِيرٌ مِّنَ النَّاسِ وَكَثِيرٌ حَقَّ عَلَيْهِ الْعَذَابُ وَمَن يُهِنِ اللَّهُ فَمَا لَهُ مِن مُّكْرِمٍ إِنَّ اللَّهَ يَفْعَلُ مَا يَشَاءُ ﴿١٨﴾﴾ (الحج: ١٨).

وقوله (سبحانه): ﴿وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ مِنَّا فَضْلاً يَا جِبَالُ أَوِّبِي مَعَهُ وَالطَّيْرَ وَأَلَنَّا لَهُ الْحَدِيدَ ﴿١٠﴾﴾ (سبأ: ١٠).

وقوله (عز من قائل): ﴿إِنَّا سَخَّرْنَا الْجِبَالَ مَعَهُ يُسَبِّحْنَ بِالْعَشِيِّ وَالإِشْرَاقِ ﴿١٨﴾﴾ (ص: ١٨).

٩ ـ آيات تصف مصير الجبال يوم الحساب ودمارها التام، وفي ذلك يقول ربنا (تبارك وتعالى): ﴿وَيَوْمَ نُسَيِّرُ الْجِبَالَ وَتَرَى الأَرْضَ بَارِزَةً وَحَشَرْنَاهُمْ فَلَمْ نُغَادِرْ مِنْهُمْ أَحَدًا ﴿٤٧﴾﴾ (الكهف: ٤٧).

ويقول: ﴿وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الْجِبَالِ فَقُلْ يَنسِفُهَا رَبِّي نَسْفًا ﴿١٠٥﴾﴾ (طه: ١٠٥).

ويقول: ﴿وَتَسِيرُ الْجِبَالُ سَيْرًا ﴿١٠﴾﴾ (الطور: ١٠).

ويقول (عز من قائل): ﴿وَبُسَّتِ الْجِبَالُ بَسًّا ﴿٥﴾﴾ (الواقعة: ٥).

ويقول (سبحانه): ﴿وَحُمِلَتِ الأَرْضُ وَالْجِبَالُ فَدُكَّتَا دَكَّةً وَاحِدَةً ﴿١٤﴾﴾. (الحاقة: ١٤).

ويقول: ﴿وَتَكُونُ الْجِبَالُ كَالْعِهْنِ ۝٩﴾ (المعارج: ٩).

ويقول: ﴿يَوْمَ تَرْجُفُ الْأَرْضُ وَالْجِبَالُ وَكَانَتِ الْجِبَالُ كَثِيبًا مَّهِيلًا ۝١٤﴾. (المزمل: ١٤).

ويقول: ﴿وَإِذَا الْجِبَالُ نُسِفَتْ ۝١٠﴾ (المرسلات: ١٠).

ويقول: ﴿وَسُيِّرَتِ الْجِبَالُ فَكَانَتْ سَرَابًا ۝٢٠﴾ (النبأ: ٢٠).

ويقول: ﴿وَإِذَا الْجِبَالُ سُيِّرَتْ ۝٣﴾ (التكوير: ٣).

ويقول: ﴿وَتَكُونُ الْجِبَالُ كَالْعِهْنِ الْمَنفُوشِ ۝٥﴾ (القارعة: ٥).

* * *

الفصل الثالث

الآيات القرآنية التى تشير
إلى المفاهيم العلمية الأساسية للجبال

يبين القرآن الكريم - الذى هو أساسًا كتاب هداية - المفاهيم العلمية الأساسية للجبال فى اثنى عشر موضعًا منه على النحو الآتي :

١ - إن الجبال ليست فقط تلك الارتفاعات الكبيرة التى تبدو على سطح الكرة الأرضية ، ولكنها أيضًا امتدادات تلك الارتفاعات فى داخل الأرض ، والتي يسميها علماء الأرض اليوم باسم «جذور الجبال» ، وهذه حقيقة تؤكدها الآيات القرآنية بوصفها للجبال بأنها أوتاد . وكما يختفى معظم الوتد إما فى التربة أو الصخر ؛ لتثبيت أركان الخيمة ، ويبقى الجزء الأصغر منه ظاهرًا فوق سطح الأرض ، فلابد وأن الجزء الأكبر من الجبال يختفى بالمثل فى القشرة الأرضية .

يقول (سبحانه وتعالى) فى الآيتين ٦ ، ٧ من سورة النبإ : ﴿ **أَلَمْ نَجْعَلِ الْأَرْضَ مِهَادًا** ﴿٦﴾ **وَالْجِبَالَ أَوْتَادًا** ﴿٧﴾ ﴾ .

ويعتبر مصطلح (وتد) الذي استخدمه القرآن الكريم لوصف الجبل أكثر دقة من الناحيتين اللغوية والعلمية من كلمة «جذر» المستعملة حاليًا لوصف الامتدادات

٢ ـ يؤكد القرآن الكريم فى عشر مواضع أخرى على الدور الذى تؤديه الجبال فى توازن الأرض، حيث يقول ربنا (تبارك وتعالى):

(أ) ﴿وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٣﴾﴾ (الرعد: ٣).

(ب) ﴿وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ﴿١٩﴾﴾ (الحجر: ١٩).

(جـ) ﴿وَأَلْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾﴾ (النحل: ١٥).

(د) ﴿وَجَعَلْنَا فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِهِمْ وَجَعَلْنَا فِيهَا فِجَاجًا سُبُلًا لَّعَلَّهُمْ يَهْتَدُونَ ﴿٣١﴾﴾ (الأنبياء: ٣١).

(هـ) ﴿أَمَّن جَعَلَ الْأَرْضَ قَرَارًا وَجَعَلَ خِلَالَهَا أَنْهَارًا وَجَعَلَ لَهَا رَوَاسِيَ وَجَعَلَ بَيْنَ الْبَحْرَيْنِ حَاجِزًا أَإِلَٰهٌ مَّعَ اللَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْلَمُونَ ﴿٦١﴾﴾ (النمل: ٦١).

(و) ﴿خَلَقَ السَّمَاوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَأَلْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾﴾

(لقمان: ١٠).

(ز) ﴿وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ مِن فَوْقِهَا وَبَارَكَ فِيهَا وَقَدَّرَ فِيهَا أَقْوَاتَهَا فِي أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ سَوَاءً لِّلسَّائِلِينَ ﴿١٠﴾﴾ (فصلت: ١٠).

(حـ) ﴿وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ ﴿٧﴾﴾ (ق: ٧).

(ط) ﴿أَلَمْ نَجْعَلِ الْأَرْضَ كِفَاتًا ﴿٢٥﴾ أَحْيَاءً وَأَمْوَاتًا ﴿٢٦﴾ وَجَعَلْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ شَامِخَاتٍ وَأَسْقَيْنَاكُم مَّاءً فُرَاتًا ﴿٢٧﴾﴾ (المرسلات: ٢٥ ـ ٢٧).

(ي) ﴿وَالْأَرْضَ بَعْدَ ذَلِكَ دَحَاهَا ﴿٣٠﴾ أَخْرَجَ مِنْهَا مَاءَهَا وَمَرْعَاهَا ﴿٣١﴾ وَالْجِبَالَ أَرْسَاهَا ﴿٣٢﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٣﴾﴾ (النازعات: ٣٠ـ٣٣).

٣ـ **وفى موضع آخر**، يحث القرآن الكريم الناس على التفكر فى عدد من الظواهر فى خلق الله (سبحانه وتعالى)، ككيفية تكون الجبال، وقد أدى هذا التأمل إلى بلورة نظرية التوازن التضاغطى (Isostacy) للقشرة الأرضية، أى تعرضها لضغوط متساوية من جميع الجهات التى تفسر كيف تنصب الجبال على سطح الأرض. وفي ذلك يقول الله (سبحانه) فى القرآن الكريم:

﴿أَفَلَا يَنظُرُونَ إِلَى الْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ ﴿١٧﴾ وَإِلَى السَّمَاءِ كَيْفَ رُفِعَتْ ﴿١٨﴾ وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ ﴿١٩﴾ وَإِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ ﴿٢٠﴾﴾ (الغاشية: ١٧ـ٢٠).

٤ـ ويصف القرآن الكريم فى آية أخرى من سورة فاطر الجبال بأنها تتكون من جدد بيضاء وحمراء مختلفة الألوان ومن جدد أخرى سوداء، فيقول:

﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴿٢٧﴾﴾.

ولعل فى ذلك إشارة إلى كلّ من الجبال الحامضية وفوق الحامضية فى تركيبها الكيميائى والمعدنى، والتى تتكون أساسًا من الصخور الجرانيتية وشبه الجرانيتية ويطغى عليها اللونان الأبيض والأحمر بدرجات متفاوتة، ولذلك قال ربنا «عز من قائل»: ﴿مختلف ألوانها﴾ والجبال القاعدية وفوق القاعدية التى تتكون أساسًا من صخور خضراء اللون داكنة الخضرة إلى سوداء اللون من مثل جبال أواسط المحيطات، (وفي اللغة العربية يوصف الأخضر بالسواد، والأسود بالخضرة) ولكل نوع من هذين النوعين من الجدد نشأته الخاصة وتركيبه الكيميائى والمعدني الخاص بصخوره.

٥ـ **ويؤكد القرآن الكريم فى الموضع الأخير من هذه المجموعة** على حقيقة أن

الجبال أجسام غير ثابتة، حيث إنها تتبع حركة الأرض في دورانها حول محورها فيقول: ﴿ وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ ﴿٨٨﴾ ﴾ (النمل: ٨٨).

* * *

الفصل الرابع

اكتشاف جذور الجبال

(أى امتدادات الجبال فى داخل الغلاف الصخرى للأرض)

تعتبر الجاذبية قوة عامة تربط بين كل الأجسام المادية، ويعبر عن ذلك بالقانون التالى:

$$\text{قوة الجاذبية بين كتلتين } م_١ ، م_٢ = \frac{\text{ثابت الجاذبية} \times م_١ \times م_٢}{\text{مربع المسافة بينهما}}$$

وهذا يعنى أنه كلما زادت كتلة أى من الجسمين ازدادت قوة الجذب بينهما، وكلما زادت المسافة بينهما قلت الجاذبية.

وعليه فإن أى كتلة من الأرض ترتفع عن المنطقة المحيطة بها لابد وأن تمارس قوة جذب جانبية يمكن قياسها أوحسابها، ويتم قياس قوة الجذب هذه بطريقة بسيطة باستخدام ثقل معلق على خيط، وينجذب الثقل المتدلى مثله مثل أى جسم مادى آخر إلى الأسفل بفعل الجاذبية الأرضية (حيث إن لكل جسم مادى على الكرة الأرضية وزنًا، أى قوة جذب إلى الأسفل، يتناسب مع كتلته، ويقع عليه بفعل كتلة الأرض). وينجذب الثقل المعلق بشكل حر إلى الأسفل مباشرة على سطح كرة كاملة الاستدارة ذات كثافة واحدة، ويشير خيط الثقل مباشرة إلى

الصخور المكونة لغلافها الصخرى ذات كثافات متباينة، فإن خيط الثقل المعلق بشكل حر لا يمكن أن يشير إلى الأسفل مباشرة، خاصة فى وجود كتلة أرضية مرتفعة عن سطح الأرض، فإن خط الثقل المتدلى ينجذب إليها، ولكن لوحظ أن الكمية الفعلية لشدة ذلك الجذب الجانبى على خيط الثقل هى أقل بكثير من قيمتها المحسوبة. ففى سلسلة جبال الإنديز، لاحظ پيير بوجير (Pierre Bouguer) فى عام ١٧٤٩م أن البندول المعلق بحربة ينجذب إلى كتلة تلك الجبال، ولكن بمقادير تقل كثيراً عن المقادير المحسوبة لمثل كتلتها الكبيرة. وبعد قرن من الزمن لاحظ ف. بتى (F. Petit) (عام ١٨٤٩) أن ثقل البندول ينحرف بعيداً عن جبال البيرانيس (البرانس) بدلاً من الانجذاب إليها، نظراً لوجود تفاوت بين القيم المحسوبة والمقاسة لقوة الجذب الجانبية للجبال.

وفى منتصف القرن التاسع عشر الميلادي، لاحظ عدد من المساحين البريطانيين العاملين فى الهند، برئاسة چورچ إڤرست، أن جبال الهيمالايا لا تمارس قوة الجذب الجانبى المتوقعة بما لها من كتلة هائلة. حيث وجد أن قوة الجذب الفعلية لها تعادل فقط ثلث القيمة المقدرة، على افتراض أن للجبال نفس متوسط كثافة الأرض المحيطة بها، وأنها بمثابة وزن ساكن على القشرة الأرضية، فحين نعرف حجم مجموعة الجبال ومتوسط كثافة صخورها، يمكن تقدير كتلتها بسهولة، وباستخدام قانون الجاذبية يسهل حساب الكمية المتوقعة من جذب المجموعة الجبلية لثقل البندول، وقد عرف النقص الكبير فى قوة جذب جبال الهيمالايا لثقل البندول حر الحركة المتدلى من الخيط الرأسى (الشاقول) باسم اللغز الهندى.

قدم پرات (J. H. Pratt) (عام ١٨٥٥) بحثًا إلى الجمعية الملكية اللندنية بين فيه المشكلة دون أن يحاول تفسيرها. وبعد شهرين فقط من العام نفسه قدم إيرى (G. B. Airy) (عام ١٨٥٥) إلى نفس الجمعية حل هذا اللغز، فقد اعتبر أن كتلة أنصاف الأقطار الممتدة من مركز الأرض إلى أى نقطة على سطحها متساوية فى كل موقع مهما تباينت تضاريس ذلك الموقع، وأن التفاوت فى الارتفاع ناجم عن التفاوت فى

سمك الطبقة الخارجية، وأن الجبال لاتقوم على قشرة صلبة متينة تحتها، وإنما تطفو فى بحر من الصخور الأعلى كثافة.

وبعبارة أخرى فإن بروز الجبل فوق مستوى سطح البحر يعوض النقص فى كثافة مادته عن كثافة الصخور المحيطة به، وينجم ذلك عن امتداد الصخور الخفيفة التى تشكل الجبال إلى الأسفل على شكل جذور تطفو فى وسط نطاق من المواد الأعلى كثافة، ويؤمن هذا الجذر للجبل دعمًا عائمًا بالطفو، كما تطفو كل الأجسام فى الأوساط الأعلى كثافة، وعبر إيرى عن ذلك بقوله:

«.. ويمكن مقارنة حالة القشرة الأرضية القائمة على الحمم مقارنة صحيحة دقيقة، بحالة عدد من الألواح الخشبية الطافية على سطح الماء، فإذا لاحظنا أن أحد هذه الألواح يطفو مرتفعًا بسطحه على السطح العلوى للألواح الأخرى، تأكدنا أن سطحه السفلى يغطس فى الماء بشكل أعمق من الأسطح السفلى للألواح الأخرى».

ويتضح من العبارة السابقة أن إيرى (١٨٥٥م) قام بتشبيه قشرة الأرض بغطاء صخرى قليل الكثافة، يطفو على طبقة سفلية سائلة ذات كثافة أعلى، ويتحقق التوازن بطفو المادة ذات الكثافة الأقل فى الطبقة التحتية الأعلى كثافة، مع اختلاف عمق التعويض باختلاف تضاريس سطح الأرض ، ويمكن بذلك أن نفهم بسهولة حالة التوازن القائمة بين التضاريس المرتفعة (كالجبال والهضاب والقارات) والتضاريس المنخفضة (كأخاديد المحيطات والأغوار والأحواض البحرية).

ويُعتقد أن لكل البنيات البارزة على سطح الأرض (أو ما يعرف باسم التضاريس الأرضية الموجبة) جذورًا تضرب فى أعماق غلافها الصخرى كما تغوص جذور جبال الجليد فى مياه المحيطات، وأنها تطفو فى أوساط مادية أكثر كثافة، كما أن مياه المحيطات أعلى كثافة من الجليد الطافي فوقها، وتؤيد البيانات المستقاة من دراسة الهزات الأرضية (الزلازل) ومن قياسات الجاذبية الأرضية، هذا الاستنتاج، وتؤيده كذلك عمليات رسم الخرائط الچيولوچية وقد أطلق عليه اسم «فرضية جذور

الجبال» وهى فى التسلسل العلمى تستحق أن تولى وضعًا أفضل من وضع الفرضية؛ لثبوت صحتها العلمية بعد ذلك مما يرقى بها إلى مرتبة الحقيقة.

من جهة أخرى أمضى «پرات» (Pratt) أربع سنوات فى وضع فرضية بديلة، اقترح فيها أن لكل أجزاء القشرة الأرضية المرتفعة فوق مستوى معين - أسماه «مستوى التعويض» - نفس الكتلة الإجمالية (پرات ١٨٥٩م)، وعليه فإن معالم التضاريس التى ترتفع على ما يحيط بهذا المستوى التعويضي (كالجبال) يتوقع أن تقل كثافتها بشكل يتناسب مع إرتفاعها.

وفي سنة ١٨٨٩م قدم داتون (C. E. Dutton) مصطلح توازن القشرة الأرضية (Isostasy) ومفاده أن الأجزاء المختلفة من قشرة الأرض تتوازن، اعتماداً على الاختلاف فى كتلها، وعبر داتون عن ذلك بقوله: «لو كانت الأرض تتكون من مادة متجانسة لكان الشكل الطبيعى لتوازنها فى الدوران حول محورها، شكلاً تام الاستدارة (A true Spheroid of Revolution) ولكنها لو كانت غير متجانسة، أي كانت أجزاؤها المختلفة متباينة الكثافة، لما كان شكلها الطبيعى تام الاستدارة، فحيث تتراكم المواد الخفيفة يظهر ميل إلى البروز والنتوء، وحيث توجد المواد الأكثر كثافة، يظهر ميل إلى انبساط السطح أو انخفاضه، ولمثل هذه الحالة - من توازن الشكل الذي تلعب به الجاذبية - دور مهم في تشكيل سطح الأرض، اقترح المصطلح (Isostasy)، وهو مشتق من الكلمة اليونانية (Isosasios) التى تعنى «فى توازن مع» والمستمدة من المقطعين (تساوى = Isos) و (ثابت = Statikos) وأضاف أنه كان يفضل استخدام الكلمة (Isobary) ولكنها كانت قيد الاستعمال فعلاً لمدلول آخر. ويمكننا كذلك أن نستخدم الصفة «الثابتة الاتزان» (Isostatic) لوصف هذه الحالة.

إن الأرض المتزنة المكونة من مادة متجانسة ولا تدور على نفسها تكون تامة التكور.. وإن تفسير القصور (النقص) فى شدة جذب الجبال للثقل المتدلى من حبل رأسي كالبندول، قد أدى إلى استنتاج مفهومى توازن القشرة الأرضية (Isostasy)،

ووجود جذور للجبال، كما أدى إلى استخدام الجاذبية كوسيلة من وسائل الكشف عن التفاوت في كتلة الصخور تحت سطح الأرض بناء على ما تبديه من حيود في قيم الجاذبية. وقد دلت عمليات المسح الأرضى باستخدام الجاذبية على أن الحيود فى قيم الجاذبية الأرضية يكون سلبيًا جدًا، حيث تزداد القشرة الأرضية سمكًا كما هو الحال مع المرتفعات الشاهقة كالجبال التي تؤمن جذورها لها دعمًا طافيًا، وإن ما يتسبب فى الحيود السلبى فى هذه الأماكن المرتفعة من التضاريس هو النقص فى الكتلة بسبب إزاحة مادة وشاح الأرض الأكثر كثافة بفعل جذور القشرة الأرضية (الأقل كثافة) المنغمسة فيها.

وبالمثل فإن القيم الإيجابية العالية للجاذبية الأرضية فوق أواسط أحواض المحيطات تدل على وجود كتلة زائدة، نظرًا إلى اندفاع صخور وشاح الأرض (عالية الكثافة) قريبًا من السطح، ويطلق على هذه السمة اسم «الجذر المعاكس» (Antiroot) أو «الأوتاد المقلوبة»، وذلك لاندفاع الصخور القاعدية وفوق القاعدية عالية الكثافة، (مثل البازلت والجابرو)، عبر صدوع قيعان المحيطات؛ لتكون سلاسل جبلية طويلة تعرف باسم «حيود أواسط المحيطات» تقف شامخة بكثافتها العالية وسط الماء قليل الكثافة.

وتظهر جبال الأپالاشى حيودًا سلبيًا متواضعًا، الأمر الذى يدل على أن لها جذورًا ضحلة، وهو شيء مناسب لمنظومة قديمة من الجبال، إذ أن امتداداتها الداخلية، (وبالتالى مقدار الحيود في جاذبيتها) يأخذان فى الاختفاء تدريجيًا مع تآكل تضاريس سطحها الخارجى واندفاعها بكتلتها إلى أعلى.

وقد اكتشف مفهوم «التعويض التثاقلي» الناتج عن توازن القشرة الأرضية وما يقترن به من دلالة على طفو القارات فوق قيعان البحار والمحيطات، وطفو الجبال فوق القارات، من هذا النوع من الملاحظات الخاصة بالجاذبية الأرضية، والتى ساعدت على توضيح بعض المسائل الأرضية المهمة، كتحديد أماكن قصور الجاذبية، وما إذا كان هذا التعويض لتحقيق توازن القشرة الأرضية ناتجًا عن

وجود جذور لتلك القشرة، أو أن التعويض ناتج عن وجود مادة منخفضة الكثافة فى وشاح الأرض، ويبدو أن الانخفاض في كثافة وشاح الأرض يقترن بوضع بنيوى خاص يفسر الأنشطة البركانية الحديثة، والتدفق العالى للحرارة الأرضية، والسرعات المنخفضة للموجات الاهتزازية، والذى قد يشير إلى احتمال وجود جزء منصهر أو شبه منصهر من وشاح الأرض يقع مباشرة تحت نطاق الموهو (Moho).

والحقيقة أن الأدلة الزلزالية (أدلة الموجات الاهتزازية) تشير إلى أن الغلاف الصخرى للأرض يطفو فوق نطاق لزج أكثر كثافة (نطاق السرعة المنخفضة للموجات الاهتزازية) وأن سطح الأرض فى حالة اتزان تضاغطى مع هذا النطاق، تمامًا كقطع الأخشاب الطافية على سطح الماء أو الأعمدة القائمة على أساس مائع، وبعبارة أخرى فإن معالم سطح القشرة الأرضية متوازنة بفعل تفاوت كثافاتها، وهذا يفسر وجود جذور عميقة ذات كثافة منخفضة أسفل الجبال الشاهقة، كما يفسر وجود صخور أعلى كثافة من الصخور القارية أسفل أحواض المحيطات، ويفسر كذلك أن جذور الجبال تزيد على ارتفاعاتها فوق سطح البحر أضعافًا عديدة. (شكل رقم ١). وعلى الرغم من ذلك، فإن معظم القشرة الأرضية موزع الآن بين مستويين أساسيين هما القارات وقيعان المحيطات، وفضلاً عن ذلك فإن الفرق بين أعلى قمة جبلية (قمة إفرست = ٨٨٤٨م فوق مستوى سطح البحر) وأعمق أغوار المحيط على الكرة الأرضية (غور ماريانا = ١٠٨٦٧م تحت مستوى سطح البحر) يقل عن ٢٠ كم بقليل (٧و١٩كم)، ومقارنة بنصف القطر الاستوائى للكرة الأرضية (٦٣٧٨كم) فإن نسبة الاختلاف فى الارتفاع لا تتجاوز ٣و-٪ الأمر الذى يدل بوضوح على أن كل معالم التضاريس على سطح الأرض ضئيلة مقارنة بمقاييس كوكبنا، ولكنها مع ذلك تعتبر شيئًا أساسيًا لاستقرار الأرض فى دورانها، واستقرار سطحها وجعله مكانًا مناسبًا للحياة.

* * *

الفصل الخامس

الشواهد الدالة على أن سطح الأرض في حالة توازن تضاغطي

هناك عدد كبير من الأدلة التى تراكمت على مدى القرنين الماضيين والتي تؤيد أن قشرة الأرض فى حالة توازن تضاغطى، بمعنى أنه حيثما يبدأ هذا التوازن فى الاختلال، يَتم تعديله مباشرة، وإن كان يعتقد أن معدل مثل هذا التعديل بطيء جداً (حوالى سنتيمترات قليلة فى السنة). ومن هذه الأدلة التي تدعم فكرة التوازن التضاغطى ما يلي:

أولاً: لوحظ أنه عند إضافة ثقل ما إلى القشرة الأرضية فإنها تنخفض انخفاضاً تضاغطيًا، وعند إزالة هذا الثقل عنها فإنها ترتفع وتظهر نتوءات الارتداد التضاغطى على هيئة عدد من الارتفاعات، ويمكن توضيح الحالة الأولى بما ينتج عن تجمع الجليد بسمك كبير على اليابسة، أو ما ينتج عن تجمع الماء أو بتراكم الترسبات أمام السدود من أثر على المنطقة المحيطة، أو بتراكم المواد البركانية السميكة حول بعض البراكين الحديثة.

ويمكن توضيح الحالة الثانية بما نتج عن ذوبان تراكمات الجليد السميكة التى تجمعت على اليابسة منذ بداية عهد البلايستوسين(Pleistocene) (ومعناه اللغوي العهد الأقرب للعهد الحديث) على المناطق التى كانت تغطيها التراكمات الكثيفة من الجليد خلال العصر الجليدى الكبير الأخير (The Last Great Ice Age).

وعندما تم بناء سد هوفر على مجرى نهر كولورادو فى الثلاثينيات من القرن العشرين، تسبب تجمع الماء أمام السد فى بحيرة «ميد» وتجمع ملايين الأطنان من الترسبات فوق قاع البحيرة، فى حدوث انخفاض عام فى منسوب المنطقة، وزيادة ملحوظة فى النشاط الزلزالى الذى تعرضت له.

وبالمثل عندما غطت المجالد القارية مناطق شاسعة فى كلّ من أمريكا الشمالية وأوروبا خلال عهد البلايستوسين (Pleistocene Epoch) تسبب الوزن الإضافى لتجمعات الجليد (التى بلغ سمكها ٢ ـ ٣ كم) فى انخفاضات واضحة لسطح الأرض (Down-Warpings)، ولكن مع مقدم العهد الحديث (Holocene Epoch) منذ حوالى ١٠٠٠٠ سنة مضت، أصبح الطقس أكثر دفئًا، وأخذت تجمعات الجليد فى الانصهار مما أدى إلى تناقص وزنها تدريجيًا، وأدى بالتالي إلى الارتفاع التدريجى فى منسوب قشرة الأرض حتى تم استعادة التوازن التضاغطى فيها. وفى خلال عملية الارتداد التضاغطى تلك، حدث ارتفاع يقدر بحوالى ٣٣٠م فى مناسيب سطح الأرض بمنطقة خليج هدسون خلال الفترة من عشرة آلاف سنة مضت إلى ثمانمائة سنة مضت. [cf.King, in Wright And Frey (editors),1965].

وخلال الفترة نفسها، حدث ارتفاع مقداره حوالى ١٠٠م فى منسوب أرض منطقة فنوسكانيا (فنلندا/ اسكندنافيا)، وقد قدر أن تلك المنطقة ستواصل الارتفاع لمائتى متر أخرى قبل تحقق التوازن التضاغطى (Saurano, 1965)، والدليل على عمليات الارتفاع في مناسيب سطح الأرض في تلك المناطق مسجل تسجيلاً جيداً على هيئة عدد من الشواطىء المتتالية حول كلّ من خليج هدسون وبحر البلطيق.

ويعود هذا الاتزان التضاغطى إلى الاعتقاد بأن الغلاف الصخرى للأرض (المكون من صخور قليلة الكثافة نسبيّا والذى يبلغ سمكه فى المتوسط ١٠٠ كم تقريبًا) يطفو فوق نطاق يتميز بأنه لدن ومرن، عالى الكثافة واللزوجة، قابل للتشوه بسهولة، يعرف باسم «نطاق الضعف الأرضي»، كذلك فإن القشرة القارية والتى

يتراوح سمكها بين ٣٠، ٤٠ كم ويقدر متوسط كثافتها بحوالي (٧و٢جم/ سم٣) تطفو فوق قشرة قاع المحيط التى لا يزيد سمكها على ٨ كم، ويبلغ متوسط كثافتها ٩و٢جم/ سم٣ ، وذلك يفسر ارتفاع القارات فوق قيعان أحواض المحيطات، وعليه فإن كلاً من ثبات قوة الجاذبية وجلاء دورها فى تطبيقات قانون الطفو، لابد وأن يكون لهما دور مهم فى تحديد ارتفاع منطقة ما على سطح الأرض، ويفسر ذلك انتصاب الجبال عاليًا فوق سطح الأرض، وامتداداتها العميقة في داخل نطاق الضعف الأرضى الكثيف اللزج (الواقع تحت الغلاف الصخرى للأرض) وهو استنتاج أكدته البيانات المستقاة من كلٍّ من الدراسات الاهتزازية (الزلزالية) ودراسات الجاذبية الأرضية، وبذلك تم التوصل إلى الفهم الصحيح أن الجبال تنتصب مرتفعة؛ لأن لها جذورًا عميقة تطفو فى مادة أكثر لزوجة وكثافة، وبنفس الطريقة تطفو القشرة الأرضية المكونة للقارات فوق قشرة قيعان المحيطات الأكثر كثافة والأقل سمكًا، وأن الغلاف الصخرى للأرض يطفو فوق نطاق الضعف الأرضى، كل ذلك في اتزان دقيق يؤيد استمرار الحاجة إلى إعادة الاتزان التضاغطى كلما اختل في بقعة من بقاع الأرض.

ثانيا: تتميز مناطق القشرة الأرضية التي لا يتحقق فيها التوازن التضاغطى بوجود ظواهر الحيود فى الجاذبية الأرضية، وهى مقدار الاختلاف بين القيمة المقاسة والقيمة المقدرة للجاذبية فى تلك المناطق.

وتحدث التحركات الرأسية فى القشرة الأرضية ردًا على تغير الأحمال الواقعة عليها، ويقال إنها فى حالة توازن تضاغطى عند انعدام أى قوة مؤثرة فيها، وقد تتكيف هذه التحركات مع التحركات الجانبية للصخور فى الوشاح العلوى للأرض، أو مع التغير فى التركيب الكيمائى والمعدنى للصهارة الصخرية فيه.

ثالثا: يعتبر انكشاف جذور الجبال القديمة فى أواسط القارات من الشواهد المؤيدة لحدوث عملية إعادة التوازن التضاغطى فى الغلاف الصخرى للأرض، فمع تعرية قمم الجبال، ترتفع هذه الجبال إلى أعلى للمحافظة على توازنها التضاغطى،

ويعرف هذا النوع من الحركات الرأسية عادة باسم الحركات البانية للقارات (Epeirogeny) بالمقابلة مع الحركات البانية للجبال (Orogeny) التى تنطوى أساسًا على عدد من القوى الأفقية التى تنزع إلى التمركز فى مناطق محددة نسبيًا، ويمكن أن تستمر عملية الحركات الرأسية البانية للقارات (Epeirogeny) بمعدلات تتناسب مع معدلات التعرية إلى أن ينكشف جذر الجبل عند سطح الأرض، وقد يفسر ذلك أن مجموعات الجبال القديمة، كسلسلة جبال الأپالاشى أو الأورال ليست بارتفاع السلاسل حديثة العهد، كجبال الأنديز والألب والهيمالايا، وهذه الجبال الأصغر سنًا لا تزال تقف مرتفعة بفعل كل من القوى الأصلية لبناء الجبال، وقوى عملية إعادة التعديل التضاغطى (cf. Cazeau and others, 1976 p. 411).

وفى هذا الصراع بين عمليات البناء الداخلية وعمليات الهدم الخارجية على سلسلة الجبال، تكون الغلبة فى نهاية الأمر لعمليات الهدم الخارجية (عمليات التعرية) حين لا يتبقى أى عمق كاف من تلك السلسلة الجبلية يعين على رفعها بفعل عملية التوازن التضاغطى (توازن القشرة الأرضية)؛ وعندما يبلغ سمك جذر الجبل نفس سمك الجزء القارى المجاور له (سمك التوازن التضاغطى تقريبًا)، تتوقف عملية الحركات الرأسية البانية للقارات، وتصبح المنظومة الجبلية القديمة جزءًا من الرواسخ القديمة الثابتة (Stable Cratons) مما يضيف إلى حجم القارة (شكل رقم ٢، ٥)، وعندما يتم تآكل منظومة جبلية أو سلسلة من الجبال حتى تتحول فى نهاية الأمر إلى منطقة تلال أو سهول منخفضة، فإن الصخور فى هذه المنطقة تحتفظ بما يدل على سابق وجود تلك الجبال، والصخور الرسوبيةالمطوية والمتكسرة في هذه المنظومة أو السلسلة الجبلية تكون قد تآكلت وأزيلت بفعل عوامل التعرية، مخلفة وراءها الصخور المتحولة التى تتخللها الصخور النارية المتداخلة فيها مكونة الرواسخ القديمة الثابتة، وهذه تظهر بوضوح - بواسطة كثرة الطيات والتكسر فيها - أنها كانت يومًا ما جذور المجموعة جبلية. (cf. Beiser & Krauskopf, 1975, p. 186).

الفصل السادس

الجبال فى إطار علوم الأرض الحديثة

تعرف الجبال فى إطار علوم الأرض الحديثة بأنها أجزاء سميكة من القشرة الأرضية نتجت عن عمليات بناء (أو عمليات هدم) مختلفة .

وهذه الأشكال المميزة من أشكال سطح الأرض لا تنتصب شامخة على سطح الأرض فحسب، ولكنها تمتد فى أعماق الغلاف الصخرى للأرض، وتظل الجبال مرتفعة فوق ما يحيطها من الأرض؛ لأنها تطفو فى نطاق الضعف الأرضى شبه المنصهر، اللزج والأكثر كثافة، وتكون لها جذور غائصة فى الأعماق قد تصل إلى أضعاف ارتفاعها عن سطح الأرض (من عشرة إلى خمسة عشر ضعفًا) بناءً على كثافة المادة التى تتكون منها الجبال، وكثافة المادة التى تطفو فيها .

وعملية الطفو هذه تساعد الجبال على أن تظل فى حالة توازن تضاغطى مع محيطها وتفسر عددًا كبيرًا من الظواهر والأشكال الأرضية التى تشاهد فى المنطقة، والحقيقة أن كلاًّ من الدراسات الاهتزازية (الزلزالية) وبيانات الجاذبية الأرضية تدل على أن قشرة الأرض القارية تكون أسمك ما يمكن تحت أكثر الجبال ارتفاعًا، وأن قشرة الأرض تحت قيعان المحيطات تكون دائمًا أقل سمكًا وأعلى كثافة منها فى القارات .

ويمكن أن تمتد بعض المرتفعات الجبلية فى أحزمة أو أطواف لعدة آلاف من الكيلو مترات، ويشكل تتابع عدد من تلك الأطواف منظومة جبلية يبلغ اتساعها عدة مئات

من الكيلو مترات، وهذه المنظومات الجبلية تعكس القوى الهائلة التى بنت أجزاء كبيرة من قشرة الأرض بعمليات الطى، والتصدع، وعمليات الطى المتراكبة، والمتداخلات النارية، والطفوح البركانية وعمليات التحول، ويطلق على هذه المجموعة من العمليات التى تشترك فى تكوين الجبال اسم الحركات البانية للجبال أو حركات نشأة الجبال (Orogenesis) وهو مشتق من الكلمتين اليونانيتين (Oros) وتعنى الجبل و (Genesis) وتعنى الأصل أو التكوين.

وكما سبق وأشرنا آنفًا إلى أن الطوف الجبلى يتكون من عدد من الحواف المتوازية تقريبًا، والتى تكونت عن صخور ترسبت فى حوض ترسيبى واحد بعمليات الطى والتصدع والمتداخلات النارية والطفوح البركانية، بينما تتكون المنظومة الجبلية من عدد من الأطواف الجبلية المتوازية أو المتتابعة التى تكونت فى وقت واحد بعمليات الطى والتصدع لعدد من الأحواض الترسيبية المختلفة، وتتكون السلسلة الجبلية من منظومتين جبليتين أو أكثر، لهما اتجاه عام واحد ومنسوب واحد تقريبًا، بينما تمثل الأحزمة الجبلية (Mountain Belts or Cordelliras) عدداً من السلاسل الجبلية فى قارة واحدة.

وقد وضعت نظريات عديدة لتفسير عملية تكون الجبال، غير أن أيّا منها لم يكن كافيّا لشرح ذلك بالكامل، وفى أوائل السبعينيات من القرن العشرين، أصبح من الواضح أن النطق الجبلية الحديثة على سطح الأرض ترتبط بالبنيات الأرضية الكبرى (Global Tectonics) أى بحركات ألواح الغلاف الصخرى للأرض فوق نطاق الضعف الأرضى، وفى إطار مثل هذه العمليات البنيوية واسعة النطاق، تنشأ الجبال (Orogeny) أساسًا على أطراف الألواح المتصادمة، حيث تتغضن وتتجعد الترسبات المتجمعة على حافة قاع المحيط فى الأغوار الناتجة عن تحرك قاع المحيط تحت القارة، وتنشط عمليات التداخل النارى والطفوح البركانية، وما يصاحبهما من عمليات تحول للصخور.

وقبل تفصيل ذلك لابد من استعراض موجز للأنواع الرئيسية المعروفة لنا من الجبال.

أنـواع الجبـال

كما سبق وأن أشرنا يمكن أن ترتبط جبال معينة ضمن أحد الأطواف (Mountain Ranges) أو المنظومات (Mountain Systems) أو السلاسل (Mountain Chains) أو الأحزمة الجبلية (Mountain Belts or Cordilleras) بعمليات جيولوچية محددة كعمليات الطى أو التصدع أو النشاط النارى، أو بمجموعة من هذه الأحداث، وعلى الرغم من ذلك، فإن تفسير نشأة التجمعات الجبلية المعقدة (Orogenesis) لا يمكن أن يتم إلا فى ضوء عمليات بنيوية أكبر بكثير من ذلك تعرف باسم الحركات البنيوية الكبرى (Megatectonics) أو الحركات المؤثرة على الأرض ككل (Global Tectonics) بفعل تحرك ألواح الغلاف الصخري للأرض (Plate Tectonics).

وبغض النظر عن طريقة تكونها، فإن أشكال الجبال ترتبط كذلك بعدد كبير من العوامل الأخرى من مثل عمرها، والمرحلة التى وصلتها فى دورة تكون الجبال، والظروف المناخية التى وجدت فيها، وصلادة صخورها المختلفة، ومقاومة منكشفات تلك الصخور لعوامل التعرية؛ لأن الجبال تولد وتنمو وتمر بمراحل من الشباب والنضج والشيخوخة حين يعتريها الضعف فتتآكل بالتدريج حتى تختفى تماما (شكل ٢). ويعتقد أن أقدم الصخور المعروفة على وجه الأرض اليوم (شكل ٥، ٦) هى جذور بعض الجبال القديمة والتى تشكل حاليًا عددًا من الرواسخ (Cratons) أو ما يعرف باسم الدروع الصخرية القديمة (Old Rock Shields) التى تكونت من حولها قارات الأرض.

ووفقًا لهيئاتها وبنياتها وتراكيب صخورها وأعمارها تقسم الجبال إلى أربعة أنواع رئيسية على النحو التالي: الجبال البركانية (Volcanic Mountains)، الجبال المطوية (أو أحزمة الطي) (Folded Mountains or Fold Belts)، والجبال ذات الكتل المتصدعة (أو ذات التصدع الكتلي) (Fault - Block or Block - faulted Mountains)، والجبال الحتية (Erosional Mountains) (أو المتسنمة)

(Upwarped Mountains) وتعتبر هذه مراحل متتالية فى تطور الجبال، فضلاً عن كونها أنواعًا مميزة منها. وتمثل الجبال البركانية المرحلة الأولى فى تطور هذه الأشكال الهائلة من أشكال سطح الأرض، ويمثل كلٌ من الجبال المطوية والمتصدعة ذروة فترتى الشباب والنضج، وتمثل الجبال الحتية مرحلة الشيخوخة. ويمكن أن تتكون الجبال ذات الكتل المتصدعة فى أى من هذه المراحل، ولكنها تعالج دائمًا كنوع خاص من الجبال، ويمكن وصف هذه الأنواع الأربعة الرئيسية من الجبال على النحو التالي:

١- الجبال البركانية (Volcanic Moutains):

ومن أمثلتها: جبل «كليمنچارو» (Kilimanjaro) فى شرق أفريقيا، وجبل «باريكيوتين» (Paricutin) فى المكسيك، و«الماونا لوا» فى هاواى (Mauna Loa of Hawaii) و«فيزوف» (Vesuvius) فى إيطاليا، و«الفوچي ياما» (Fujiyama) فى اليابان وغيرها. والجبال البركانية هى أبسط أنواع الجبال المعروفة لنا، وتكون عادة على شكل قمم معزولة، تكونت من تراكم الطفوح البركانية المتدفقة وفتات الصخور البركانية وغيرها من الصخور المقذوفة عبر فوهات البراكين، والتى ربما تراكمت بسرعة (فى سنوات قليلة) أو ببطء (على مدى آلاف السنين).

ويمكن أن يحدث مثل هذا التراكم للمواد التى تقذفها البراكين حول فوهاتها التى تنتج مخاريط من الرماد البركانى (كبركان جبل فيزوف بالقرب من نابولي) أو يحدث تراكم المواد البركانية فى أماكن أخرى؛ ويمكن أن تتدفق الطفوح البركانية إلى سطح الأرض، وتتصلب على شكل قبة بركانية عريضة ذات قمة مسطحة، وانحدارات لطيفة تبلغ مساحتها أحيانا عشرات أو مئات الكيلو مترات المربعة وتتكون أساسًا من تدفقات الطفوح البازلتية المتراكبة والمتداخلة؛ لتكون ما يعرف باسم الدروع البركانية (Volcanic Shields) وقد تنمو هذه الدروع البركانية لتكون جبلاً بركانيًا كجبل (ماونا لوا) فى هاواى (الذى يرتفع من عمق ٤٢٧٠م تحت سطح

الماء إلى ما يزيد على ٣٩٦٠م فوق سطح البحر)، وجبل (كيلاوايا) فى الجزيرة نفسها، ومن مثل التراكمات البازلتية الكبيرة فى أيسلنده.

ويرتبط أصل الجبال البركانية على ما يبدو بتصدعات عميقة تخترق الغلاف الصخرى للأرض بالكامل، وتصل إلى نطاق الضعف الأرضى الذى يوفر المادة التى تتكون منها هذه الجبال، وبعبارة أخرى فإن الجبال البركانية ترتبط مباشرة بعدد من الأغوار أو الخسوف العميقة (Deep Rifts) فى الغلاف الصخرى للأرض؛ لذا فإنها تمثل المرحلة الأولى من مراحل تكون الجبال؛ وإن كانت هي لا تعتبر جبالاً حقيقية لتكونها من مواد أعلى كثافة من الصخور المحيطة بها، بينما تتكون الجبال من صخور أخف من الصخور المحيطة بها.

وفى إطار البنيات الأرضية الكبرى (Global Tectonics) يعتقد أن معظم أنواع الجبال البركانية يرتبط تكوينه بالأنشطة الملازمة لحواف ألواح الغلاف الصخرى للأرض (شكل ٧). وتتكون هذه الجبال نتيجة حدوث عدد من الاضطرابات فى نطاق الضعف الأرضى الموجود تحت الغلاف الصخرى للأرض، كما هو الحال فى براكين منطقتي أليوتى في غربي ألاسكا وكاسكيد في غربي الولايات المتحدة الأمريكية (The Aleutian and the Cascade Volcanoes) (شكل ٨، ٩) أو كنتيجة مباشرة لتمزق ألواح الغلاف الصخرى للأرض عند خسوف أواسط المحيطات (كسلاسل مرتفعات منتصف المحيط الأطلسى - وجبال آيسلندا البركانية، وجبل القديسة هيلين وجبل كليمانجارو وجبال كينيا المتصلين مباشرة بنظام الصدع الأفريقى الشرقي) (شكل ١٠).

وتكثر البراكين النشطة فى عدد من الأحزمة الضيقة ولا سيما فى مناطق أقواس الجزر المنتشرة على حافة المحيط الهادئ (حيث يعتقد أن القشرة الأرضية تستهلك حاليًا بنزولها إلى وشاح الأرض) وكذلك على امتداد سلاسل مرتفعات منتصف المحيطات (حيث يجرى تكون قشرة محيطية جديدة بصورة مطَّردة منذ ١٥٠ إلى ٢٠٠ مليون سنة مضت على الأقل).

إن الجزر الأليوتية (The Aleutian Islands) عبارة عن قمم جبال بركانية تمتد لمسافة ٣٢٠٠كم على امتداد محيط دائرة تتمركز حول تقاطع خط العرض ٤٠َ ٦٢ْ شمالاً وخط الطول ٢٠َ ١٧٨ْ غربًا. وتنتشر أقواس الجزر تلك على الحدود الغربية للمحيط الهادى مع وجود أعماق محيطية عظيمة (أغوار أو أخاديد بحرية) على المنحنيات الخارجية لكثير منها.

ويعتقد كثير من علماء الأرض بأن حواف أواسط المحيطات هى فى حقيقتها أطواف من الجبال البركانية يصل ارتفاعها إلى ١٨٠٠م فوق قاع المحيط، ويغطيها الماء فى بعض المناطق بسمك يصل إلى ٢٧٠٠م.

وعلى الرغم من ذلك، فإنه فى إطار مفهوم تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض (Plate Tectonics) يعتقد بأن هذه المرتفعات ليست جبالا حقيقية، حيث لا يوجد لها اندفاعات فى داخل الغلاف الصخرى للأرض كالجبال الحقيقية (أى ليست لها جذور غائرة فى داخل الغلاف الصخرى للأرض) لأنها فى الحقيقة صورة مغايرة للجبال الحقيقية التى تمتد بجذور عميقة من مادة الجبال الخفيفة نسبيا فى داخل صخور ذات كثافة أعلى نسبيا، فالجبال البركانية المندفعة فى أواسط المحيطات تمثل جذورا معاكسة (Anti - Roots) حيث تندفع بصخورها البركانية ذات الكثافة العالية نسبيّا وسط ماء المحيطات. لذا فإن إدراجها ضمن الجبال هو مثار للجدل الشديد، والجذور المعاكسة هى تراكمات لمادة ذات كثافة أعلى فى القشرة الأرضية المكونة من صخور أقل كثافة، كما هو الحال في حواف أواسط المحيطات؛ لتعوض انخفاض كثافة ماء المحيط. ويتم دفع هذه الجذور المعاكسة إلى الأعلى من النطاق العلوى لوشاح الأرض (نطاق الضعف الأرضي) وذلك بفعل تيارات الحمل فى هذا النطاق أو بواسطة مراكز حرارية محددة فيه.

لقد تم وضع خرائط چيولوچية لما يزيد على ٦٤٠٠٠كم من مرتفعات أواسط المحيطات حتى الآن، وذلك حول شبكة من أودية الخسف فى منتصف جميع المحيطات، وتقوم هذه الأودية الخسيفة بقذف ملايين الأطنان من الصهارة

البازلتية الجديدة على جانبى هذه التصدعات العميقة فى الغلاف الصخرى للأرض منذ الأيام الأولى؛ لتكون تلك الأودية الخسيفة، وتتجدد بذلك صخور قاع المحيط باستمرار، وتقع القشرة المحيطية الأحدث عمراً دائمًا حول الوديان الخسيفة العميقة وتقوم بدفع القشرة القديمة باستمرار بعيدا عنها، وبذلك توجد أقدم صخور للقشرة المحيطية عند أطراف المحيط، وهذه يتم استهلاكها باستمرار فى منطقة التقاء قاع المحيط بالقارة المجاورة وتحركه تحتها بسرعة تعادل تقريبًا سرعة إنتاج قشرة محيطية جديدة فى وسط المحيط (شكل ١١)، وعلى ذلك فإن أقدم صخور قيعان المحيطات لا تتعدى أعمارها حقب الحياة المتوسطة (٢٠٠ إلى ٢٥٠ مليون سنة مضت).

وهناك عدد غير قليل من الجبال البركانية فى القارات (شكل ٨) كالقمم المعزولة لكل من جبل (آرارات ٥١٠٠م) في تركيا، و (إتنا ٣٣٠٠م) في صقلية، و (فيزوف ١٣٠٠م) في إيطاليا، و (كيليمنجارو ٥٩٠٠م) في تنزانيا، و (كينيا ٥١٠٠م) في كينيا، وتقترن هذه الجبال أيضًا بنظم الخسوف (الأغوار) التصدعية العميقة الواقعة فى القارات، والتى تخترق الغلاف الصخري للأرض بالكامل؛ لتصل إلى نطاق الضعف الأرضي على عمق مائة وخمسين كيلو مترا.

٢ـ الجبال المطوية (أو أحزمة الطي) (Folded Mountains or fold Belts)

تمثل هذه الجبال ذروة التطور فى تكون النطق الجبلية؛ ولذا فهى تمثل فى المنظومات الجبلية الكبرى فى العالم (كجبال الأنديز، والجبال الكارپاتية، والأورال والألب، وچورا، وهيمالايا وغيرها) (شكل ٣ـ٦)، وتتكون هذه النظم الجبلية عادة من أنواع مختلفة من الصخور والأنماط البنيوية التى تتضمن عمليات الطى، والتصدع، والتصدع الراكب، وأنشطة الصخور النارية.

وتكثر الصدوع بصفة خاصة على امتداد حواف هذه النطق المطوية وبعضها من النوع العادى، ولكن معظمها تصدعات دسرية (تجاوزية)، ذات زوايا منخفضة،

وتمتد لمئات الكيلو مترات دافعة أمامها كتلاً هائلة من الصخور واحدة فوق الأخرى لعدة كيلو مترات فيما يسمى باسم صدوع التجاوز الراكب (Overthrusting).

وتدل الملاحظات الميدانية على أن تكون الجبال المطوية يسبقه عادة تكون الأحواض الأرضية الترسيبية العملاقة (Geosynclines) والحوض الترسيبى عبارة عن حوض كبير فى قشرة الأرض يبلغ اتساعه عادة عشرات الكيلو مترات وطوله مئات الكيلو مترات، ويضم ترسبات بحرية من مصدر لا يتجاوز عمقه ٣٠٠م في العادة، ومن ترسبات وطبقات من التراكمات البركانية يزيد سمكها عادة على ١٥٠٠م، وعليه يعتقد أن هذه الأحواض الأرضية قد تصدعت بعدد من الصدوع العميقة على هيئة الأودية الخسيفة التي أخذت في الهبوط ببطء؛ لتحتوى تلك التراكمات السميكة من الترسبات والصخور البركانية المتطابقة معها.

وعلى ذلك فإن تكون الحوض الأرضى لابد وأن ينطوى على التجعد البطىء والهبوط المستمر للقشرة الأرضية (Down - warping)، مع التراكم المستمر للترسبات، ووجود صلة بالصخور المنصهرة انصهاراً جزئيًا، فى نطاق الضعف الأرضى، وهنا يمكن لتحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض أن يفسر تكوين الأحواض الأرضية.

والأدلة الزلزالية الناجمة عن الهزات الأرضية تؤكد حركة ألواح الغلاف الصخرى للأرض المكونة لقيعان المحيطات مبتعدة عن التصدعات في منتصف المحيط باتجاه ألواح أخرى من ألواح الغلاف الصخرى للأرض؛ وعند اصطدام لوحين من ألواح قيعان المحيطات، يتكون نظام من أقواس الجزر البركانية، وتتكون أعمق أغوار المحيطات حين يهبط قاع المحيط تحت القارة المجاورة ويختفى تدريجيًا تحتها، فتصل ألواح الغلاف الصخري المكونة لقاع المحيط إلى نطاق الضعف الأرضي حيث تنصهر، ويتحرك اللوح الهابط بسرعة تعادل نصف سرعة اتساع قاع المحيط، ويعتبر اندفاع أحد ألواح الغلاف الصخرى المكونة لقاع المحيط تحت القارة المجاورة مسئولاً عن تكون الأخاديد المحيطية العميقة عند التقاء قاع

المحيط بالقارة، والانصهار الجزئى للشريحة المنزلقة تحت كتلة القارة يمكن أن يفسر توفر صهارة الصخور البركانية، ومن ثم تكون الأقواس البركانية، وتعتبر هذه الأخاديد المحيطية أماكن مثالية لتراكم الترسبات فى الأحواض الأرضية، ومن هنا يعتقد أن تلك الأحواض الأرضية قد تكونت فى مثل هذه النطق البنيوية النشطة حيث لا ينتج الهبوط تحت وزن الرسوبيات المتراكمة فقط، ولكنه يتواصل بالانزلاق التدريجى لأحد ألواح الغلاف الصخرى للأرض تحت لوح آخر (شكل ١٢ ـ ٢٣).

وفى نهاية الأمر تنزل الترسبات المتراكمة فى أحد الأحواض الأرضية إلى مستويات تصبح عندها محاطة بصخور أكثر كثافة ولزوجة، ويحدد الفارق بين الكثافتين قابليتها للطفو والعمق الذى يمكن أن تنزل إليه تحت ثقل وزنها، وعند هذه النقطة تصبح المنظومة كلها متزنة تضاغطيًا.

ومع تراكم الرسوبيات فإنها تتعرض لكل من الطى والتصدع بصفة مستمرة؛ وتكون الصخور السطحية هشة؛ لذا فهى تتكسر قبل أن تتدفق، ولكنها إذا دفنت عميقًا تصبح لدنة، ويتغير شكلها وحجمها بالانثناء والطى والتدفق البطيء، أو بأى منها، وعندما تدفن الترسبات إلى أعماق كافية فإنها تنصهر، ويتسبب انصهارها فى زيادة حجمها، وتؤدى هذه الزيادة فى الحجم إلى رفع الصخور فوقها، وإلى اندفاع تلك الزيادة على هيئة أعداد من المتداخلات النارية التى تلعب دورًا فى عمليات الطى (Cf. Billings, 1960).

وعند أطراف الحوض الأرضى تتضاغط الصخور إلى الأعلى وإلى الخارج عبر عدد من التصدعات الدسرية العظيمة (Great Thrust Faults)، فى حين أنها تدفع فى المنطقة الوسطية إلى الأعلى، لتكون هضبة بين الجبال، وهناك أدلة عديدة على بدء عملية الطى قبل تيبس الرسوبيات (Pre - Consolidation Folding) مما يشير إلى أن القوى البانية للجبال كانت نشطة خلال عملية الترسيب، ومن الممكن أن يؤدى التجعد السفلى التفاضلى (Differential Downwarping) فى الحوض الأرضى

الواحد إلى طى الرسوبيات أثناء تجمعها بعمليات الترسيب. بيد أن القوى السائدة فى هذه المرحلة ربما كانت أساسًا رأسية.

وقد تنشأ التصدعات الدسرية (Thrust - Faulting) على أطراف الحوض الأرضى بفعل الانخساف التفاضلى للمنطقة المحيطة، ولكن بما أن نشاط الإجهاد الناشيء عن الضغوط الأفقية والمماسة يحدث عادة فى فترة متأخرة من تاريخ تكون الأحواض الأرضية (نتيجة لتصادم ألواح الغلاف الصخرى للأرض) فإنه قد يكون السبب الرئيسى فى زحف الطبقات فوق بعضها البعض بصدوع المجاوَزَة (Overthrust Faults or Overthrusting) ومثل هذه الضغوط تؤدى فى النهاية إلى رفع الطبقات التى تعرضت لكل من الطي والتصدع على هيئة مرتفعات جبلية. ويعتقد أن من الأمثلة الحديثة على نمو مناطق الأحواض الأرضية تدريجيًا؛ لتصبح أطوافًا جبلية ما يقع اليوم بين طرف قارة آسيا المطل على المحيط الهادى وأقواس الجزر البركانية المقابلة للساحل القاري. (شكل ١٢).

من المناقشة السابقة يتضح أن المنظومات الرئيسية للجبال قد تكونت نتيجة لحركة ألواح الغلاف الصخرى للأرض؛ فعند التقاء اثنين من هذه الألواح يمكن أن يندفع أحدهما دون مستوى الآخر، فيتكون بذلك حوض أرضى، وتنشأ أقواس من الجزر البركانية بتراكم المواد المندفعة من فوهات البراكين والمنطلقة بفعل عملية انزلاق أحد الألواح الصخرية تحت الآخر، وفى فترة لاحقة ترتفع الرسوبيات (الرواسب) والصخور البركانية التى ملأت الحوض الأرضي؛ لتكون سلسلة جبلية (شكل ١٢ - ٢٣) ومع ارتفاعها تتكون كل من الطيات (الثنيات) والتصدعات الأرضية، إما من خلال الكبس والتضاغط الجانبي حسب فرضية الحركات الأرضية الأفقية، أو من خلال انزلاق الصخور بفعل الجاذبية بعيدًا عن الحاشية الآخذة فى الارتفاع (فرضية الحركات الأرضية الرأسية) أو بكليهما معًا، وقد تنشأ الأطواف الجبلية أيضًا من تصادم قارتين تطفوان على نطاق الضعف الأرضى الذى يعمل عمل السير النقال يحركهما فى

اتجاه بعضهما البعض حتى يتم استهلاك قاع المحيط الفاصل بينهما (كجبال الألب والهيمالايا على سبيل المثال) (شكل ٢١ ، ٢٤ ، ٢٥) وفى الحالتين لم تتكون أطواف الجبال المطوية بفعل تشوه حوض أرضى واحد، ولكن بتشوه أعداد من الأحواض الأرضية المتجاورة.

ومما لا شك فيه أن الأطواف الجبلية الحالية كانت أكثر ارتفاعًا فى الماضى، ولكنها تضاءلت فى الارتفاع مع مرور الزمن بفعل عوامل التعرية، وتركت على هيئة بقايا تآكل الجبال الأصلية، وقد كانت مرتفعات شديدة الطى والتصدع؛ للمحافظة على الاتزان الأرضي تتدخل الارتدادات الناتجة عن عملية الاتزان التضاغطى للتعويض عن الكتل التى أزالتها عمليات التحات والتعرية من القمم الجبلية، ويمكن أن تستمر عملية ارتفاع الجبال فوق سطح الأرض، وذلك بانسحابها التدريجى من الانغماس فى نطاق الضعف الأرضى، وتعريتها حتى يتم انكشاف جذورها على السطح، وحينئذ يبلغ سمك بقايا الجبل سمك القشرة الأرضية المجاورة، ويتم تسوية سطح السلسلة الجبلية بالكامل تقريبًا (شكل ٢).

٣ ـ الجبال ذات الكتل المتصدعة (الجبال ذات التصدع الكتلي)

[Fault Block (or Block - Faulted) Mountains]

تتكون هذه الجبال بارتفاع القشرة الأرضية عبر مستويات التصدع شديدة الانحدار أو الرأسية. ويمكن للميل التفاضلى للكتل المختلفة من الغلاف الصخرى للأرض بمحاذاة مناطق الفصل كمستويات صدوع الأغوار (أو الأودية الخسيفة) أن يؤدى إلى تكون جبال ذات كتل متصدعة (شكل ٢٩)، ويحدث ذلك فى أجزاء كثيرة من الأرض منها:

١ ـ المناطق المجاورة للبحار الطولية المنفتحة من مثل (البحر الأحمر) والتي تشكل بداية طبيعية لتكون محيطات الأرض.

٢ ـ حول أحزمة الطيات، وفى أعقاب عمليات الطى والتصدع الدسرى (بزاوية

منخفضة) فى هذه الأحزمة، حيث تحدث فترات من التصدعات الرأسية أو الحادة الانحدار، فتؤدى إلى فصل الغلاف الصخرى للأرض على هيئة عدد من الكتل المتجاورة التى تأخذ هيئة جبال ذات تصدع كتلى على حواف أطواف الجبال المطوية.

والجبال ذات الكتل المتصدعة عبارة عن أجزاء مرتفعة من الغلاف الصخرى للأرض تحدها مستويات الصدوع المتدرجة مكونة أعداداً من النتوءات الأرضية البارزة (المستهضبات أو الظهور) المتبادلة مع أعداد من الأخاديد (الأحواض أو الأخفوضات أو الخسوف) الأرضية الموازية لها، كما هو الحال فى سلاسل الجبال على جانبى البحر الأحمر، وامتداداتها حول خسوف شرقى أفريقيا (شكل ١٠).

وقد تكون صخور هذه المستهضبات والأخفوضات (Swells and Basins) على هيئة معقدات من الصخور النارية والمتحولة المتبلورة بالكامل، وقد تحمل غطاءً رسوبيًا رقيقًا أو سميكًا، ويمكن للغطاء الرسوبى الذى تجمع فى الأصل فى أحد الأحواض الأرضية أن يكون قد تعرض لعمليات الطى خلال دورة تشوه سابقة على عملية تجزؤ المنطقة إلى كتل، وارتفاع تلك الكتل بعدد من الحركات الأرضية المتتالية عبر مستويات التصدع المختلفة خلال ملايين السنين حتى تصل إلى منسوب المرتفعات الجبلية.

ويعتقد كثير من علماء الأرض أن الكتل المتصدعة يعود تكونها إما إلى التمدد أو الاسترخاء فى المراحل المتأخرة من الدورة البانية للأحواض الأرضية، ولكن وفقًا لمفهوم تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض فإن الأغوار السحيقة فى ذلك الغلاف تعود إلى التمزقات العميقة التى تحدث فى داخل كلّ منها، والتي يتبعها تباعد كلٍّ من النصفين عن بعضهما؛ ليكونا لوحين أرضيين منفصلين (كانقسام لوح الجزيرة العربية عن اللوح النوبى بواسطة صدوع البحر الأحمر وتباعد الجزيرة العربية عن أفريقيا بانتظام والذي يتضح فى اتساع باب المندب بمعدل ١ ـ ٣سم سنويًا).

ويمكن لجبال الكتل المتصدعة أن تنتج كمرحلة لاحقة لمراحل تطور الجبال المطوية بعد بريها بفعل عوامل التحات والتعرية، وتسوية أسطحها، حيث يمكن أن تحقق عملية التصدع الارتفاعات اللازمة للأطواف الجبلية.

٤ـ الجبال المتسنمة (الحتية) [Upwarped (or Erosional) Mountains]

وهى عبارة عن البقايا الحتية (التحاتية) لأطواف جبلية وجدت من قبل، ويعود ارتفاعها الحالى ومظهرها العام إلى عمليات تسنم واسعة (Upwarpings) فى القشرة الأرضية بفعل تعديل الاتزان التضاغطى (توازن الضغوط) فى هذه القشرة، ومن أمثال هذه الجبال المتسمنة جبال الأوزارك، اديروندداكس، الأبالاشى، روكي، بلاك هيلز، أراضى لابرادور المرتفعة، وغيرها. وعندما بريت سلاسل الجبال القديمة بتعرضها لعوامل التعرية وانخفضت تضاريسها، أخذت فى الارتفاع إلى مستوياتها الحالية بفعل استعادة توازن الضغط فى داخل الأرض (Isostatic Read-justment). وتمثل الجبال المتسمنة (الحتية) المرحلة النهائية فى تاريخ السلاسل الجبلية، تتعرض بعدها إلى التسوية إلى ما يقارب سطح البحر بفعل عوامل التعرية المختلفة، وحينئذ تضاف إلى راسخ من الرواسخ الأرضية (Cratons) الموجودة من قبل كما يتضح في (شكل ٥، ٣٠).

* * *

الفصل السابع

كيفية تكون الجبال

هناك فرضيتان رئيسيتان لتفسير عملية تكون الجبال :

الأولى : وتعرف باسم «فرضية الحركات الرأسية للغلاف الصخرى للأرض» (The Vertical - Tectonics Hypothesis) تنص على غلبة الحركات الرأسية فى القشرة الأرضية ، وترد تكون الجبال إلى تلك العملية .

والثانية : وتعرف باسم «فرضية الحركات الأفقية للغلاف الصخرى للأرض» (The Horizontal - Tectonics Hypothesis) وتنص على أن الحركات الأساسية المسئولة عن بناء الجبال هى أساسًا حركات أفقية بطبيعتها ، وترتبط مباشرة بحركة ألواح الغلاف الصخرى للأرض وما يصاحبها من تحرك القارات .

وكلتا الفرضيتين تقران بالتلازم الوثيق بين تكون الجبال وتكون الأحواض الأرضية (Geosynclines) التى هى عبارة عن أخاديد طولية (أغوار ، منخفضات ، قعيرات) فى قيعان المحيطات والبحار العميقة ، واسعة جدًا ، وممتدة لمسافة بضعة آلاف من الكيلو مترات فى الطول وبضع مئات من الكيلو مترات فى العرض بمحاذاة حدود القارة التي يهبط تحتها قاع المحيط المشرفة عليه ، وقد امتلأت تلك الأحواض الأرضية بتراكمات كثيفة جدًا من الرسوبيات والطفوح البركانية المنطبقة أو المتطابقة مع الرسوبيات (يزيد سمكها في المتوسط عن ١٥٠٠٠م) نظرًا لهبوطها المستمر الذى يؤدى إلى تعرض تلك الرسوبيات للتضاغط ، والطى ، والتحول ،

والتكسر الذى يؤدى فى النهاية إلى رفعها على هيئة أطواف جبلية لها لب من الصخور النارية والمتحولة، شديدة التبلور أو بدون هذا اللب.

وتنص فرضية التحركات الرأسية للغلاف الصخرى للأرض على أن التمدد الحرارى يمكن أن يتسبب بواسطة عدد من الصدوع التى تعرف باسم صدوع الجاذبية (Gravity Faulting or Sagging) فى حدوث هبوط (Sagging) فى هذا الغلاف مما يؤدى إلى تكون تلك الأحواض الأرضية على هيئة أنصاف أغوار (Half Grabens) أو أغوار كاملة (Full Grabens)، فى حين أن مفهوم تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض يفترض أن هذه الأخاديد تتكون بفعل تحرك أحد تلك الألواح تحت لوح آخر فيما يسمى باسم نطاق الاندساس (الانضواء) (Subduction) كنتيجة لقوة دافعة فى وشاح الأرض أسفل تلك الألواح من مثل تيارات الحمل (Convection currents) أو نقاط الحرارة الفائقة (Thermal plumes) [شكل ١٢ ـ ٢٣، ٢٨].

وتتمثل الفكرة الأساسية لمفهوم تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض فى أن هذا الغلاف يقع فوق نطاق ضعيف، منصهر انصهاراً جزئيًا، وتتحرك فيه الموجات الاهتزازية ببطء شديد، ولذلك يعرف باسم نطاق الضعف الأرضى (Astheno sphere) أو نطاق السرعات المتدنية للموجات الاهتزازية (Low Velocity Zone).

وتعتبر القارات مكتنفات طافية في نطاق الضعف الأرضي كالجبال المغروسة فى الغلاف الصخرى للأرض الذى يتراوح سمكه بين ١٠٠، ١٥٠ كم، منها ٣٥ ـ ٤٠ كم تمثل القشرة القارية، والباقي يمثل نطاق ما دون القشرة، ويفصلهما سطح تتباطأ فيه سرعة الموجات الاهتزازية يعرف باسم «الموهو» (Moho or Mohorovicic Dis- continuity Surface) فى حين أن قشرة رقيقة لا يزيد سمكها على ٨ كم تكون الجزء العلوى من الغلاف الصخري المكون لقيعان المحيطات، والذى لا يتعدى سمكه ٦٥ ـ ٧٠ كم (شكل ١٧ ـ ٢١، ٢٣)؛ ويقدر أعلى سمك للقشرة القارية بحوالى ٧٠كم تحت جبال الألب (Press And Siever, 1982).

وينقسم الغلاف الصخرى للأرض (والذى يبلغ متوسط سمكه حوالى ١٠٠

كم) إلى اثنى عشر لوحًا صخريًا كبيرًا بواسطة شبكة هائلة من الصدوع الخاسفة التى تحيط بالأرض إحاطة كاملة فى كل الاتجاهات، وتكثر بشكل واضح فى قيعان المحيطات وقيعان عدد من البحار التى تتميز بالتصدع والحركة والانفتاح عبر مستويات تلك الصدوع بفعل تباعد نصفي ذلك القاع عن بعضهما البعض بفعل اندفاع الصهارة الصخرية بينهما، في ظاهرة تعرف باسم ظاهرة اتساع قيعان البحار والمحيطات (شكل ١٧ ـ ٢٢). وكل واحد من ألواح الغلاف الصخرى للأرض يتحرك كوحدة مستقلة مبتعدًا عن لوح مجاور من أحد أطوافه ومقتربًا من اللوح المقابل إلى حد الصدام، ومنزلقًا عبر الألواح المجاورة لحديه الآخرين.

ويصاحب حدود التباعد بين ألواح الغلاف الصخرى للأرض بنشاط بركانى وزلزالى كبير، ويمتلىء الفراغ الناجم عن ذلك التباعد بصهارة بازلتية متدفقة من تحت الغلاف الصخرى للأرض، وتتصلب هذه الصهارة البازلتية فى المسافات الناتجة عن عملية الاتساع عبر مستويات التصدع والخسف، مما يؤدى إلى تكون صخور جديدة لقاع البحر تضاف إلى حواف الألواح الصخرية المتباعدة، ومن هنا يطلق تعبير اتساع قاع البحر (Sea - Floor Spreading) على هذه العملية التى تتكرر بصورة مستمرة.

ويعتقد أن معظم الصهارات البازلتية تنجم عن الانصهار الجزئى للصخور فوق القاعدية المعروفة باسم صخور البريد وتايت (Peridotite) وهى المكون الرئيسى للجزء العلوى من وشاح الأرض. ولما كانت صخور هذا الوشاح تقع تحت حرارة مرتفعة وضغط عال، فإن انصهارها يحدث غالبًا نتيجة لانخفاض الضغط المحيط، وإن كنا لا نستبعد تأثير ازدياد درجة الحرارة، والذى قد ينتج عن الحرارة المنبعثة خلال تحلل العناصر المشعة التى يعتقد أنها تتركز فى كل من النطاق العلوى لوشاح الأرض وفى قشرتها. وعلى امتداد خطوط التقارب بين ألواح الغلاف الصخرى للأرض، ترتطم تلك الألواح إحداها بالآخر، وينجم عن ذلك تكون مجموعات من الجزر البركانية والأخاديد البحرية العميقة، والزلازل

السطحية والعميقة البؤر، والثورات البركانية (شكل ١٢ ـ ١٨). وفى إطار مفهوم تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض تتكون الجبال أساسًا عند حواف تلك الألواح المتصادمة، حيث تتغضن التراكمات الرسوبية، وتنشط حركة كلٍّ من المتداخلات النارية والثورات البركانية؛ بيد أن الأحزمة الجبلية المتكونة عند خطوط تصادم ألواح الغلاف الصخرى للأرض تختلف باختلاف معدلات عملية توسع قيعان البحار والمحيطات الدافعة للتصادم، وباختلاف طبيعة الحواف المتقدمة للألواح المتصادمة (القارية منها أو المحيطية). فعندما تكون الأطراف المتصادمة عبارة عن قاع البحر مع القارة (شكل ١٩، ٢٠) فإن لوح الغلاف الصخرى لقاع المحيط والذى يتميز بكثافته العالية نسبيًا، ينزلق تحت لوح الغلاف الصخرى للقارة والذى يتميز بكثافة أقل نسبيًا، وباستمرار اندفاع قاع المحيط تحت القارة يصل إلى نطاق الضعف الأرضى فينصهر بالتدريج، ويعمل ذلك على زيادة النشاط البركانى، كما يعمل على إزاحة أجزاء من نطاق الضعف الأرضى مما ينشط عملية المتداخلات النارية على طول خط التصادم.

وتتسم عملية انزلاق قاع المحيط تحت القارة بظهور أخدود عميق فى المحيط بعيدًا عن الشاطىء، وتغضن الرسوبيات المكشوطة من فوقه وإضافتها إلى حافة لوح القارة الراكب فوق قاع المحيط وارتفاعه بتكوين سلسلة جبلية فى موازاة الأخدود البحرى، وتحدث الزلازل العنيفة على طول خط الاتصال المائل بين اللوحين المتصادمين، وتزداد بؤر تلك الزلازل عمقًا بازدياد تحرك قاع المحيط هبوطًا تحت القارة (شكل ٢٠)، وباستمرار تحرك قاع المحيط تحت القارة يكشط المزيد من الرسوبيات البحرية بالتدريج عن اللوح الهابط، وتضاف إلى سلسلة الجبال المتكونة فوق طرف القارة، كما تنشط كلٌّ من الطفوح البركانية والمتداخلات النارية.

ومناطق التقارب حتى التصادم تلك (Zones Of Convergence) حيث يستهلك الغلاف الصخرى للأرض، تسمى باسم نطق الاندساس أو الانضواء (Subduction Zones) ويتم فى هذه النطق استهلاك الغلاف الصخرى للأرض بكمية مساوية

لإنتاج غلاف جديد على طول حدود التباعد(Divergence Boundaries) وتتعرض الصخور فى نطاق الاندساس (الانضواء) إلى التحول، ولكن مع نزول قاع المحيط إلى نطاق الضعف الأرضي وهو الجزء الأعلى من وشاح الأرض الحار، تبدأ بعض مكوناته الصخرية فى الانصهار، وقد تطفو الصهارة الناجمة عن ذلك مرتفعة على هيئة عدد من المتداخلات النارية أو الثورات البركانية. وقد يكون إنتاج الصهارة فى نطاق الاندساس (الانضواء) عنصراً أساسيًا فى تكوين الصخور الجرانيتية التى تعتبر العنصر الرئيسى الذى يدخل فى بناء صخور القارات.

ويعتقد أن الصهارات الجرانيتية تنتج عن الانصهار الجزئى للصخور السيليسية الغنية بالماء، وذلك بتعرضها لضغط ودرجة حرارة متزايدين؛ لذا يعتقد بأن دفن الصخور الرطبة الغنية بثانى أكسيد السيليكون (المرو أو الكوارتز) إلى أعماق ضحلة قريبة من سطح الأرض نسبيًا، يكفى لإحداث الانصهار وإنتاج صهارة جرانيتية فى بيئة تتسم بتزايد الضغوط، غير أن معظم الصهارات الجرانيتية تفقد قدرتها على الانسياب قبل أن تصل إلى السطح، وتنتج بذلك هيئات متداخلة كبيرة كالباثوليثات (Batholiths) وهى كتل ضخمة من الصخور النارية المتداخلة فى قشرة الأرض (تشغل مساحة تزيد عن مائة كيلو متر مربع وعمق لا يمكن تقديره بسهولة).

وهناك الصهارات الأنديزيتية (Andesitic magma) التي تتوسط فى كلٍّ من تركيبها الكيميائى والمعدنى وخواصها الفيزيائية بين الصهارات البازلتية والجرانيتية، وعليه فإن تكون كلٍّ من المتداخلات النارية والطفوح البركانية الأنديزيتية ليس من الأمور النادرة بين الصخور المكونة للسلاسل الجبلية، ولكن بما أن صهارة الأنديزايت أعلى لزوجة وأقل ميوعة من الصهارات البازلتية فإن صخورها أقل انتشاراً في الكتل البانية للجبال من تلك الناجمة عن الصهارة البازلتية الأكثر ميوعة. وعليه فإن فوهة بركانية واحدة يمكن أن تقذف حممًا ذات تركيب كيميائى واسع التنوع وخواص طبيعية متعددة تتراوح من البازلت إلى الأنديزايت إلى الريولايت.

وعندما تتحرك إحدى القارات لتدفع أمامها قاع المحيط الذى يفصل بينها وبين قارة مقابلة؛ ليهبط تحت تلك القارة حتى يستهلك قاع المحيط بالكامل، فإن القارتين

تصطدمـان اصطدامًا عنيفًا؛ ليتكون فى اللوح الراكب (Over- Riding Plate) عند خط اصطدامهما أعلى السلاسل الجبلية المكونة من الصخور شديدة الطى والتكسر من مختلف الأنواع الرسوبية والنارية والمتحولة. ومن أمثلة ذلك اصطدام الهند بالقارة الآسيوية باستهلاك المحيط الذى كان يفصل بينهما، وتكون سلسلة جبال الهيمالايا وبها أعلى قمة معروفة على سطح الأرض، وهى قمة إڤرست (شكل رقم ٢٤، ٢٥).

وعند ارتطام القارتين تتوقف حركة لوحى الغلاف الصخرى اللذين يحملانهما وذلك لأن القشرة القارية تتكون فى غالبيتها من صخور خفيفة نسبيًا لا تسمح لها بالنزول إلى نطاق وشاح الأرض.

كذلك يمكن أن يتكسر اللوح الصخرى المكون لقاع المحيط بهبوطه إلى نطاق الضعف الأرضى؛ لينصهر فيه بالتدريج محدثًا بإزاحته للصهارة قدرًا من المتداخلات والطفوح البركانية، وهنا تتوقف حركة لوحى الغلاف الصخرى بالكامل عند خط التحام القارة بالقارة، ولكن هذه العملية يمكن أن تبدأ ثانية فى مكان آخر على أىٍّ من اللوحين المرتطمين.

ويتسم خط درز التحام قارة بأخرى بوجود سلاسل من الجبال المرتفعة المكونة من صخور شديدة الطي والتصدع خاصة بصدوع المجاوزة (Thrust - Faults) وتكون هذه الصخور متطابقة مع أو مجاورة لحزام الصخور النارية الصهارية (Magmatic Belt)، وتؤدى عمليات الدفع الكبيرة للصخور بواسطة صدوع التجاوز العملاقة، إلى تكون العديد من تجمعات الصخور المغتربة (Nappes) التى ينتج عنها قدر من زيادة سمك القشرة القارية إلى حد كبير.

ومن الأمثلة الجيدة على ارتطام قارة بأخرى ارتطام الهند بالقارة الآسيوية، ذلك الارتطام الذى نشأت عنه سلسلة جبال الهيمالايا التى بدأت فى التكون منذ حوالى ٤٥ مليون سنة مضت، وقد تكونت هذه السلسلة العظيمة التى تضم حاليًا أعلى القمم الجبلية على سطح الأرض عندما اصطدم أحد ألواح الغلاف الصخرى للأرض الذى

يحمل كتلة الهند باللوح الأرضى الذى يحمل قارتى أوروبا وآسيا (أوراسيا) فى عمر الإيوسين المتأخر (Late Eocene Age) . ويمكن أن يفسر ذلك السمك الكبير للقشرة الأرضية أسفل جبال الهيمالايا . (والذى يقدر بحوالي ٧٠ كيلو متراً) .

ويطلق اسم «دورة المحيطات والقارات» أو «دورة ويلسون» على الدورة التى يتم فيها إغلاق حوض محيط بالكامل كان يفصل بين قارتين متقابلتين بفعل استمرار تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض حتى يتم إنزال قاع هذا المحيط تحت إحدى القارتين مما يؤدى إلى ارتطامهما، وإلى تكون نطاق من نطق الجبال القارية (الارتطامية) وذلك نسبة إلى جي . تي . ويلسون (J. T. Wilson) الذى كان أول من اقترح فكرة انغلاق محيط قديم لتكوين نطاق جبال الأپالاشى، ثم انفتاحه من جديد مكوناً المحيط الأطلنطى الحالي .

التشابه الكبير بين التركيب الچيولوچى للجبال الحديثة، وكلّ من أقواس الجزر البركانية فى المحيطات وأخاديد الترسيب المرافقة لها.

ذكر كلٌّ من ديوى (Dewey) وبيرد (Bird) (١٩٧٠م) أنَّ أية محاولة لتفسير كيفية تكون السلاسل الجبلية لابد أن تعلل عدداً كبيراً من المعالم المشتركة التالية بين معظم سلاسل الجبال الحديثة والتى اكتمل تطورها ومنها :

١ ـ تكونها فى خطوط طولية مستقيمة أو قليلة الانحناء.

٢ ـ وقوعها بالقرب من حواف القارات الحالية أو بقرب الحواف السابقة لقارات قديمة تقع الآن فى داخل القارات الحالية .

٣ ـ الطبيعة البحرية لمعظم صخورها والتشويه الشديد لتلك الصخور .

٤ ـ اقترانها فى كثير من الحالات بالنشاط البركانى، على الرغم من وجود تتابعات رسوبية سميكة بين صخورها، ترسبت فى فترات زمنية طويلة تميزت بالغياب التام للنشاط البركاني .

٥ - تعرض صخورها لفترات محددة من التشوهات والتحولات المكثفة، مقارنة بالفترة الزمنية الطويلة التى ترسب خلالها الكثير من التتابعات الرسوبية للأحزمة الجبلية.

٦ - تكونها من تتابعات (أو نطق) مميزة من الصخور الرسوبية، والصخور المهشمة والمشوهة بفعل الحركات الأرضية، والصخور المتحولة بفعل الحرارة فى موازاة عامة لاتجاه الحزام الجبلى.

٧ - بنيتها الداخلية المعقدة، ذات التصدعات التجاوزية الواسعة، والكتل الكبيرة المنقولة، فى مجاورة واضحة لتتابعات صخرية مختلفة عنها اختلافًا كبيرًا، ضاعت العلاقات الأصلية بينها، وتعرضت للطمس أو للتشوه.

٨ - اتسامها بالتقلص الشديد للطبقات المكونة لها، وبصفات تقلص الأرض التى تكونت فيها تلك الطبقات تقلصًا شديدًا فى غالبية الأحوال.

٩ - أنماطها التشوهية والمتحولة غير المتماثلة.

١٠ - تركيبها الرسوبى الواضح، والتغيرات الملحوظة فى السمك فى اتجاه عمودى على اتجاه الحزام الجبلى.

١١ - الطابع القارى (الجرانيتى) المهيمن على صخور القاعدة تحت الأحزمة الجبلية على الرغم من أن بعض النطق فى هذه الأحزمة الجبلية تحتوى على صخور قاعدية وفوق قاعدية (أوفيوليتية) كصخور القاعدة أو على هيئة شظايا مدفوعة بعمليات التصدع إلى أعلى؛ لتتداخل فى القشرة الأرضية (Upthrust Slivers).

١٢ - وجود حزام مجاوزة (Thrust Belt) على امتداد جانب السلسلة الجبلية الأقرب للقارة. وعادة ما يقترن ذلك براقات من الصخور المتجاوزة (Thrust Sheets) والكتل الغريبة والمجلوبة من أماكن بعيدة (Allochthons).

١٣ - وجود أحزمة من الصخور المختلطة التي تتكون من وحدات صخرية يمكن رسمها، وهى عبارة عن صخور متغضنة، مختلطة اختلاطًا كبيرًا ومتعرجة تعرجًا شديدًا ومشوهة، عن أخلاط غير متجانسة من المواد الصخرية التى بها

الكثير من بنيات الانهيار (Slumping Structures) والمعقدات الأوفيوليتية الاختراقية (Ophiolitic Complexes).

١٤ - وجود لب مشوه تشوهًا كاملاً من المتداخلات النارية والصخور المتحولة تحولا شديدًا إلى درجة الانصهار ثم التبلور.

١٥ - وجود أحزمة من الصخور النارية العميقة ومتوسطة العمق والبركانية المنشأ.

١٦ - وجود ثنيات متعددة الطى فى مراحل زمنية متتالية ذات اتجاهات موحدة أو مختلفة.

١٧ - وجود التصدعات الكتلية خاصة عند أطراف السلسلة الجبلية.

١٨ - وجود جذور عميقة للسلسلة الجبلية يتناسب عمقها مع كتلة وارتفاع تلك السلسلة، وقد يبلغ عمقها أكثر من ضعف ارتفاع الجبل إلى خمسة عشر ضعفًا.

وتوحى هذه المعالم بترسب الصخور المكونه للسلسلة الجبلية فى أحد الأحواض الأرضية، وبخاصة فى أحزمة متحركة من تلك الأحواض الأرضية التي يشار إليها عادة باسم الأحواض الأرضية المستقيمة (Orthogeosynclines) وتنتج عادة عن عملية انزلاق أحد ألواح الغلاف الصخرى للأرض المكونة لقاع محيط من المحيطات تحت لوح آخر يحمل إحدى القارات (شكل ١٩، ٢٠). وتقسم الأحواض الأرضية المستقيمة عادة إلى أحواض بركانية، تنشط فيها الثورات البركانية بشكل مكثف (Eugeosynclines)، وأحواض ترسيبية أخرى، لا أثر للنشاط البركانى فيها، تعرف باسم الأحواض المستقيمة المتوسطة أو الخالية من أى نشاط بركانى.

والأحزمة الصخرية المترسبة فى الأحواض الأرضية المستقيمة ذات النشاط البركانى (بحممها الأساسية وصخورها الصوانية المكونة من بقايا هياكل الشعاعيات (Radiolarian Chert)، والصخور الرملية الصلصالية المختلطة والمعروفة باسم «الجروق» (Graywackes)، والحمم الوسطية، والصخور البركانية الشقفية وغيرها من الصخور الرسوبية والبركانية والنارية المتداخلة والمتحولة بدرجات متفاوتة) عادة

ما تميز القلب المركزى لمنظومات الجبال، بيد أنها تكون ضيقة للغاية، وقد تنعدم تمامًا فى بعض الجبال الرئيسية بسبب الحركات العنيفة لألواح الغلاف الصخرى للأرض فى المراحل المتواترة من عمليات بناء الجبال.

وكلٌّ من الطفوح البركانية والرصيص البركانى على حواف الأحواض الأرضية المميزة بالنشاطات البركانية (Eugeosynclinal) تماثل نظائرها فى أقواس الجزر البركانية الحديثة.

ويقع أحيانًا فى نطاق مواز أو مجاور لحزام رسوبيات الأحواض الأرضية المستقيمة المصاحبة بنشاط بركانى تتابعات سميكة من الصخور الرسوبية المتجمعة فى المياه الضحلة دون مصاحبة من أية مواد بركانية، وتقع هذه عادة على جانب السلسلة الجبلية الأقرب إلى الرواسخ القديمة فى قلب القارة، والمعروفة باسم الرواسخ القارية (Continental Cratons) والتي يعتقد أنها هى نفسها عبارة عن جذور جبال قديمة ظهرت على سطح الأرض بفعل عوامل التعرية.

وتؤيد معالم الجبال الحديثة الرأى القائل بأن النظم الحالية لأقواس الجزر البركانية والأخاديد المرافقة لها والمميزة بنشاطها الزلزالى والبركانى الكثيف قد تكون عبارة عن أحزمة جبلية فى طور التشكل.

كذلك لاحظ مياشيرو (Miyashiro, 1967) أن جزر اليابان الجبلية الحالية هى جزء من منظومة قديمة لقوس من الجزر البركانية وللرسوبيات المتجمعة فى الأخدود البحرى الذى كان مرافقًا لتلك الجزر، وقد تعرضت تلك الصخور البركانية والرسوبية للتضاغط الشديد والتحول الذى أدى إلى رفعها على هيئة سلاسل جبلية فى الأزمنة المتأخرة من حقب الحياة المتوسطة (Later part of the Mesozoic Era) ويظهر فى هذه الجبال حزامان متوازيان من الصخور المتحولة مختلفان فى تركيبهما الكيميائى والمعدنى، يمتدان بطول الجزر اليابانية، أحدهما على الجانب الشرقي من تلك الجزر، ويتكون من الصخور المتحولة [أساسًا من النضيد (Schists) المحتوى على معادن تشير إلى تكونها فى درجات حرارة منخفضة نسبيًا ولكن تحت ضغوط

عـاليـة مـثل مـعـادن الجلوكـوفين (Glaucophane)، والأراجـونايت (Aragonite)، واللاوسونايت (Lawsonite)] ولكن بدون وجود أثر للصخور الجرانيتية التى تشكل القاعدة المعقدة (Granitic Basement Complex). أما فى الجانب الغربى من الجزر فـإن الحـزام الآخـر يتكـون أسـاسًـا من الصـخـور الجـرانيـتـيـة (Granitic rocks) والرسوبيات المتحولة (Metasediments) المـصاحبة بعدد من المـعادن الدالة على تكونهـا فى درجـات حـرارة مرتفـعة نسبيًا وتحت ضـغط منخفـض من مثل مـعدن السيليمانيت (Sillimanite).

وأمثال هذه الأحزمة المزدوجة من الصخور المتحولة التى تكونت أثناء عملية بناء الجبال فى الأزمنة المتأخرة من حقب الحياة المتوسطة توجد فى أماكن أخرى حول المحيط الهادىء (من مثل نيوزيلنده وكاليفورنيا) مع وجود أحزمة النضيد الأزرق (Blue Schist) الغنى بمعـدن الجلوكـوفين (Glaucophane) والمتكون فى درجـات حرارة منخفضة نسبيًا، ولكن تحت ضغوط عالية على جانب المحيط، ووجود الحـزام المتـحـول فى درجـات الحـرارة المرتفـعـة، والمعـروف باسم حـزام نضـيـد السيليمانيت (The Sillimanite Schist Belt) على الجانب المواجه للقارات.

ويعـتقـد أن نطاق «النضيـد الأزرق» قد تكون تحت ظروف الأخـدود البـحـرى حيث تتوفر درجة الحرارة المنخفضة اللازمة والضغط المرتفع، بالمثل يعتقد أن حزام التحول الحرارى يمثل أقواسًا من الجزر البركانية التى توفرت فيها تدفقات الحرارة العالية، وهذا صحيح على وجه الخصوص، حيث يتم تسجيل نطاق درز التحام ارتطامى يتصف بوجود خليط النضيد الأزرق الأوفيولينى (Blue Schist Ophiolite Mélange) كما ذكر كل من ديوي وبيرد؛ وديوي، وهلام؛ وديكنسون.

(Dewey And Bird, 1970; Dewey, 1971; Hallam,1973; Dickinson,1976,1971).

وبناء على ذلك فقد اقترح كل من ديوى وبيرد (١٩٧٠) أن الأحزمة الجبلية هى نتاج لتطور حركـة ألواح الغلاف الصـخرى للأرض، وأنها تتكون بتشـوه وتحول

تجمعات الصخور الرسوبية والبركانية التى تتجمع تحت ظروف مشابهة لظروف الحافة القارية للمحيط الأطلسى، واقترحا نوعين رئيسيين من أنواع عمليات بناء الجبال:

الأول: هو «نوع أقواس الجزر البركانية المتحولة إلى مجموعات من السلاسل الجبلية» (Island Arc Cordilleran Type) وهو يخضع فى معظمه لعمليات التحول الحرارى، ويتكون على الحواف المتقدمة للألواح الراكبة من ألواح الغلاف الصخرى للأرض فوق لوح هابط تحتها (أى فوق منطقة انزلاق تحتى على سبيل المثال) ويتسم بوجود أحزمة مزدوجة كذلك من أحزمة الصخور المتحولة، وبوجود أحزمة مزدوجة من أحزمة الصخور الرسوبية المتجمعة على حواف القارات، والأحزمة المتجمعة من حواف القارات والأخاديد البحرية العميقة (Paired Miogeosynclinal-Eugeosynclinal Belts)؛ وبالتصدع المتجاوز المتباعد (Divergent Thrusting).

والثانى: هو «النوع الارتطامي» (Collisional Mountains) وهو ينشأ عن ارتطام لوح قارى بأحد أقواس الجزر البركانية أو ارتطام قارة بقارة. ويدفع فى معظمه دفعًا ميكانيكيًا، ويفتقر إلى التمنطق التحولى المزدوج، وتحوله غالبًا من النوع منخفض الحرارة على هيئة «نضيد أزرق»، ويكون تصدعه المتجاوز (Thrusting) فى معظم الأحوال فى اتجاه اللوح الهابط وفوقه، وينطوى ذلك فى كثير من الأحيان على إعادة تحرك صخور القاعدة المعقدة بالكامل بالقرب من موقع التصادم وزيادة الانزلاقات الجانبية على موقع الجرف القارى القديم.

وهناك اختلاف أساسى آخر بين هذين النوعين من الأحزمة الجبلية يتمثل فى أن نموذج مجموعات الأحزمة الجبلية المعقدة (Cordilleran Type) له جذر كثيف قاعدى (Cf.Thompson And Talwani, 1964) قد يكون مرتبطًا بوضع المتداخلات القاعدية تحت المحور البركانى التحولى المرتفع الحرارة، فى حين أن جذور الأحزمة الجبلية الارتطامية تتكون أساسًا من الصخور الغنية بالسيليكا والألومينا (Sialic) وربما تنجم عن التصدع المتجاوز السفلى للكتل القارية (-Continental underthrust

cf. Dewey and Bird.) والذى يؤدى إلى مضاعفة سمكها (ing and thickening .(1970

وتدل النطق الأوفيوليتية عادة على وجود مناطق صدام بين لوحين من ألواح الغلاف الصخرى للأرض، أحدهما يمثل قاع المحيط بصخوره الكثيفة نسبيًا، فيهبط تحت الآخر الممثل بالصخور القارية الأقل كثافة، وتعتبر هذه الدروز من النطق الأوفيوليتية سمة بارزة فى معظم الأحزمة الجبلية، وهى تقترن عادة بالصخور الصوانية المكونة من الهياكل السيليسية للشعاعيات (Radiolarian Cherts) التى يعتقد أنها تنشأ فى أعماق البحار.

وصخور الأوفيولايت (Ophiolites) أو الصخور الاختراقية تتكون بشكل أوضح فى مجموعات الأحزمة الجبلية المعقدة (Cordilleran Mountains) حيث تكون نتوءات واسعة فى القشرة الأرضية مرفوعة بالصدوع المتجاوزة (Upthrust Faults) خلف أحزمة النضيد الأزرق المميزة للأخاديد البحرية، وعلى هيئة شرائح ضخمة من صخور البريدوتايت، والجابرو، والطفوح البازلتية الوسائدية المتكسرة بواسطة صدوع المجاوزة. ويوحى تركيب وبنية الصخور الأوفيوليتية بأنها ترجع إلى القشرة المحيطية (Oceanic Crust) وما تحتها من صخور الوشاح الأعلى من أوشحة الأرض والتى دفعت على هيئة متداخلات فى الصخور الأعلى منها بالإزاحة التى أحدثتها حركات اللوح الهابط تحت القارة.

وتوجد صخور الأوفيولايت أيضًا على شكل قطع طافيه منفصلة أصغر حجمًا فى أخلاط (Mélanges) الأخاديد البحرية تمثل كتلاً من قشرة قاع المحيط، أو من المستويات العليا من وشاح الأرض (Upper Mantle)، أو من كليهما أو من الجبال البحرية (Seamounts) التى نزعت من اللوح النازل، ومما يكون قد كشط أيضًا عن هذا اللوح النازل تتابعات سميكة من الصخور الرسوبية البحرية التى تعرضت لعدد من العمليات التشويهية العنيفة، وألصقت بالجدار الداخلى للأخدود البحرى أو انضمت إلى الجبال المجاورة.

وتعمل الحركات الرافعة للأرض فيما بعد على كشف ما يسمى باسم أرض الأخلاط الممتزجة (Mélange Terrain) وهى ذات طبيعة معقدة جدّاً تحل فيها أسطح الانفصام (Shear Surfaces) محل التطبق كالسمة البارزة الرئيسية.

وفى أحزمة الجبال الاصطدامية تدفع الكتل الأفيوليتية من الأخدود البحرى إلى الخارج خلال عملية الاصطدام وتستقر فى دروز الالتحام المميز بهذا الخليط من الصخور (Flysch - Mélange Suture Zones) التى تميز درز الاصطدام، وقد يكون التركيب الكيميائى والمعدنى للبازلت الوسائدى الأوفيوليتى معياراً للتمييز بين صخور قشرة قيعان المحيطات الرئيسية (Tholeite and Spilite) وصخور القشرة القلوية لأحواض المحيطات الصغيرة إذا نجمت الأخيرة عن انفصال أقواس الجزر البركانية عن القارات (Dewey and Bird, 1970) واستنتج المؤلفان أنه وبالرغم من أن آليات بناء السلاسل الجبلية بواسطة تصادم أقواس الجزر البركانية والقارات قد تكون هى الوسائل الأساسية التى يتم بواسطتها تكون الجبال، فإن أحزمة الجبال هى بصفة عامة نتيجة مجموعة معقدة من هذه الآليات. وأشارا إلى تطور جبال الأپالاشى (Bird and Dewey, 1970) الذى انطوى على تصادم أقواس الجزر البركانية والكوردليرية فى العصر الأردوفيسى (Ordovician)، أعقبها اصطدام قارى فى العصر الديفونى (Devonian).

وذكر ديوى وبيرد كذلك أن منظومة جبال الألب والهيمالايا لا تزال مستمرة فى التطور منذ الأزمنة الأولى لحقب الحياة المتوسطة بفعل اصطدامات متعددة نجمت عن انجراف عدد من القارات الصغيرة وأقواس الجزر البركانية عبر بحر التيثيس القديم والمحيط الهندي. كذلك فإن أحزمة جبلية داخلية مماثلة كجبال الأورال تعتبر معقدات مركبة من الأحزمة الكوردليرية والقارات الصغيرة وأقواس الجزر البركانية التى تعود إلى عصور زمنية متفاوتة تماماً، والتى أصبحت متجاورة بفعل انغلاق حوض رئيسى من أحواض المحيطات.

ويتضح من المناقشة السابقة أن النوعين الرئيسيين للجبال اللذين اقترحهما ديوى وبيرد (١٩٧٠م) وهما «أقواس الجزر البركانية الكورديليرية» و «النوع الاصطدامي» عبارة عن مرحلتين متتاليتين فى دورة بناء الجبال، حيث إن كل عملية اصطدام بين قارتين لابد وأن يسبقها إغلاق حوض المحيط الفاصل بينهما، وبعبارة أخرى فإن الجبال الاصطدامية هى المرحلة النهائية فى تطور تلك التضاريس الأرضية الرائعة، ولابد أن تسبقها كل من مرحلة أقواس الجزر البركانية والمرحلة الكورديليرية، ويتضح ذلك فى عملية نشوء جبال الهيمالايا التى تعتبر نتيجة مزيج من النوعين الكورديليرى والاصطدامى لتكون الجبال (cf. Athavale, In Tarling and Runcorn, 1973) وقد استنتج هذا الكاتب أن الحدود الحالية بين لوح الغلاف الصخرى الذى يحمل شبه القارة الهندية وذلك الذى يحمل القارتين الأوروبية والآسيوية (اليوراسية) يحددها نطاق الأوفيوليتات والصخور الخليطة الملونة (Coloured Rocks' Melange) التى تفصل جبال الهيمالايا عن منطقة هضبتي قراقورام والتبت فى آسيا الوسطى. وأضاف أن حزام جبال الهيمالايا قد نجم عن مزيج من العمليتين الرئيسيتين لتكون الجبال.

تمت عملية بناء جبال الهيمالايا عند نقطة اصطدام الحد القارى للوح الغلاف الصخرى الحامل للهند مع اللوح الصخري المكون لقاع بحر تيثيس القديم، وهو من أسلاف البحر الأبيض المتوسط الحالي (The Tethyan oceanic crust) إبان الفترة من العصر الطباشيرى المتأخر إلى عهد الإيوسين (The Late Cretaceous - Eocene period).

ونتيجة لذلك تكونت سلاسل من أقواس الجزر البركانية، وظل اللوح الصخري الحامل للهند يدفع بقاع بحر (محيط) تيثيس تحت القارة الآسيوية/ الأوروبية حتى تم استهلاكه بالكامل، وأدى إلى التصادم بين الكتلتين القاريتين وإلى بروز جبال الهيمالايا، وعلى ذلك فقد كانت المراحل الأولى في بناء تلك السلسلة الجبلية هي مراحل أقواس الجزر البركانية، أما المراحل اللاحقة فى عملية بناء جبال الهيمالايا

والتى يرجح أنها بدأت من عمر الإيوسين المتأخر كانت نتيجة الاصطدام بين لوحى الغلاف الصخرى الهندى واليوراسى.

وأكد أتاقال أن كلاً من هاميلتون (١٩٧٠م) وبيرد وديوى (١٩٧٠م) قد طور نماذج مماثلة لكل من جبال الأورال وسلسلة جبال الأپالاشى على التوالي.

المراحل المتتابعة فى تطور بناء الأحزمة الجبلية.

مما سبق عرضه يمكن الاستنتاج بأن الأحزمة الجبلية تنشأ عادة على امتداد حدود الكتل المتصادمة من ألواح الغلاف الصخرى للأرض فى ثلاث مراحل متتالية على النحو التالي:

١ـ مرحلة أقواس الجزر البركانية (The Volcanic Island Arc Stage).

تتكون هذه المرحلة فى الأطوار الأولى للاصطدام بين لوحين محيطيين من ألواح الغلاف الصخرى للأرض (شكل ١٨) أو بين لوح محيطى وآخر قارى (شكل ١٩، ٢٠) وعادة ما يتجسد مثل هذا الاصطدام فى تكوين أخدود محيطى عميق فوق منطقة هبوط قاع المحيط تحت القارة أو تحت إحدى الكتلتين البحريتين المتصادمتين وظهور سلسلة مستقيمة أو مقوسة من الجزر البركانية على لوح القارة الراكبة فوق قاع المحيط على امتداد خط التصادم بين اللوحين المتصادمين، وتتكون مثل هذه السلسلة من الجزر البركانية من الحمم المنطلقة من الانصهار الجزئى للوح الهابط ومن نطاق الضعف الأرضى (Asthenosphere) بالإزاحة الناتجة عن هبوط اللوح النازل فيه، وتعمل الصهارات المتداخلة والطافحة إلى السطح، وكذلك الرسوبيات المختلطة بها على إنتاج حزام من الصهارة فى اللوح القارى الراكب، فى حين يتم فى الأخدود المحيطى ترسب خليط معقد من الصخور (A Mélange Complex) بصورة تدريجية، وعلى مدى فترة طويلة من نشاط الصهارة الصخرية تحدث زيادة تدريجية فى كلٍّ من حجم

وارتفاع القوس البركانى المتكون بإضافة كم جديد من الطفوح البركانية إليه وبمزيد من المتداخلات النارية فيه، ويتم ارتفاع القوس البركانى بصورة مطردة كذلك بعملية اتزان القشرة الأرضية، والتى تحدث بسبب قلة كثافة الصخور النارية المتداخلة بالنسبة للصخور المحيطة؛ ويؤدى تداخل مثل هذه الأجسام الصهارية الكبيرة تحت درجة حرارة مرتفعة إلى تشوه وتحول الرسوبيات المحيطة بها بعدد من عمليات الطي والتصدع والتحول.

وفى الأخدود المتكون بين قوس الجزر البركانية وحدود القارة (Forearc Basin) يتم تراكم تدريجى لسمك كبير من الصخور الشديدة التشوه على هيئة إسفين تجمعي (Accretionary Wedge) فى موازاة الحزام الصهارى (Magmatic Belt) وباتجاه البحر، ويتكون هذا الخليط المعقد (Complex Mélange) من كلٍّ من الرسوبيات الفتاتية (Clastic Sediments) ورسوبيات المياه العميقة، وتكشط هذه الرسوبيات الأخيرة عن اللوح المكون لقاع المحيط والذى يهبط تحت اللوح القارى، وتتراكم على جانب الأخدود باتجاه اليابسة أى على جانب القارة الراكبة فوق لوح قاع المحيط؛ ويختلط عادة بمتداخلات وطفوح نارية قاعدية إلى فوق قاعدية تعرف باسم الكتلة الاختراقية أو «الأفيوليتية» (An Ophiolite Suite).

عادة ما يتم تحول مزيج الصخور المختلطة (Mélange Rocks) إلى سحنة النضيد الأزرق (The Blue Schist Facies) وهى نوع من الصخور المتحولة تحت ضغوط مرتفعة، ودرجة حرارة منخفضة، حيث إن هذه الأخاديد المحيطية قد يزيد عمقها فى بعض الأحوال على ١٠كم، وأن النمو المستمر بالإضافة إلى هذه الأخلاط المعقدة للقوس البركانى يمكن أن يؤدى إلى تراكمات تبلغ من السمك ما يسمح لها بالبروز فوق سطح البحر مكونة عدداً من الجزر، فإذا لم تبرز فوق سطح الماء كونت عدداً من سلاسل الجبال المندفعة من قاع البحر لتفصل بين الأحواض الأمامية لأقواس الجزر البركانية (Forearc Basins) وبين قوس الجزر البركانية وحافة اللوح المصدوم (كما هو الحال فى الجزر الأندونيسية على سبيل المثال)، ويمكن للتشوهات

التى تتعرض لها هذه الصخور فيما بعد أن تؤدى إلى تكون سلسلة جبلية شبيهة بجبال الجزر اليابانية (cf. Miyashiro 1961, 1967).

وتقترن أقواس الجزر البركانية عادة بالهزات الأرضية ذات البؤر العميقة، والحيود السلبية فى قيم الجاذبية الأرضية (شكل ١٨). ومثل هذه الأقواس يمكن أن يتكون بإحدى الطريقتين التاليتين أو بهما معًا:

١ - يتم فى الطريقة الأولى تكون منطقة التصادم بين لوحين من ألواح الغلاف الصخرى للأرض المكونين لقاع المحيط، ونزول أحد هذين اللوحين تحت الآخر كما حدث فى تكوين الجزر الأليوتية (Aleutian Islands) مخلفة «حوضا خلف قوس الجزر البركانية» (Back - Arc Basin) بين مجموعة الجزر والقارة (شكل ٧، ١٢، ١٥، ١٨).

٢ - وفى الحالة الثانية يتم اصطدام قاع المحيط بالقارة (شكل ١٩، ٢٠) حيث يتكون قوس الجزر البركانية وبعدها يمكن أن يحدث خسف أرضى يؤدى إلى انفصالها عن القارة كجزيرة هونشو (Honshu) فى بحر اليابان.

ومن المتفق عليه بصورة عامة أن أقواس الجزر البركانية الحديثة تمثل المرحلة الأولى فى تكون أحزمة الجبال القارية، وإذا توقفت عملية اتساع قاع البحر (المحيط) عند هذه المرحلة (لسبب أو آخر) فإن دورة بناء الجبال يمكن أن تتوقف عند مرحلة النضج فى تكون جبال أقواس الجزر البركانية، ولكنها إذا استمرت فإنه يمكن الوصول إلى المراحل التالية تباعًا.

٢ - مرحلة الجبال الأنديزية (Andean - Stage):

تتكون الجزر البركانية عادة عند تصادم لوحين من ألواح الغلاف الصخرى للأرض يكون كل منهما جزءًا من قاع المحيط (Oceanic Oceanic Plate Collision) أو عندما يكون أحدهما جزءًا من قاع المحيط ويكون الآخر لوحًا قاريًا (Oceanic/ Continental Plate Collision).

وفى الحالة الأولى وهي حالة حدوث الصدام بين لوحين من ألواح الغلاف الصخرى المكونين لقاع المحيط (شكل ١٨) يمكن أن تستمر العملية إلى أن يتم إلصاق سلسلة من الجبال بأقرب قارة عائمة حول اللوح المحيطى العلوى، وفى حالة عدم وجود قارة قريبة فإن دورة تكون الجبال تتوقف عند مرحلة مجموعة الجزر البركانية.

وفى الحالة الثانية يهبط قاع المحيط تحت القارة مكونًا نطاقًا للهبوط بين اللوحين يعرف باسم نطاق الاندساس أو الانضواء (Subduction Zone)، فيبدأ اللوح الهابط فى الانصهار الجزئى مما يؤدى إلى نشاط بركانى ينشأ عنه تشكيل قوس الجزر البركانية على بعد عدة مئات من الكيلو مترات فى البحر (نظرًا لأن الفاصل الحقيقى بين اللوحين القارى والبحرى يقع فى اتجاه البحر بعد نهاية حدود الرصيف القاري)، مع وجود حوض خلفه يفصل بينه وبين الكتلة القارية، وتتسبب زيادة تقارب اللوحين فى انغلاق الحوض الخلفى وتشوه وتحول رسوبياته، وتشوه وتحول كلٍّ من القوس البركانى نفسه، والخليط المعقد من الرسوبيات المتراكمة فى الأخدود المحيطي، وباستمرار نمو هذا الكم الهائل من الصخور والرسوبيات المعقدة يمكن أن تتكون سلسلة جبلية كجبال الأنديز، ويتم ذلك بدفع كلٍّ من الرسوبيات التى تجمعت فى الحوض الخلفى لأقواس الجزر البركانية بعد تحولها وطيها وتكسرها، وحزام الصهارات الصخرية (Magmatic Belt)، ومعقدات أخلاط الرسوبيات (The Mélange Complcx) إلى حافة القارة التى تتعرض كذلك للعديد من عمليات التغضن والطى والتكسر.

ومن شأن عمليات الرفع وعوامل التحات التالية أن تكشف عن قلب تلك السلسلة الجبلية المكون من الصخور المتبلورة من نارية ومتحولة ناتجة عن تحول رسوبيات الحوض الخلفى لأقواس الجزر البركانية فى الجانب القارى ونطاق الأخلاط من الصخور (Rock Mélange) فى اتجاه المحيط.

٣- مرحلة الجبال التصادمية (Collisional Mountain Stage).

وهذه هى المرحلة الأخيرة فى دورة تكون الجبال، وهنا يحدث التصادم بين لوحين من ألواح الغلاف الصخرى للأرض المكونين لكتلتين قاريتين بعد انغلاق المحيط بينهما، جارفًا وساحقًا كل ما هو موجود بينهما من الكتل القارية الصغيرة من أمثال مجموعات الجزر التى تقع بينهما، والسلاسل الجبلية على حوافهما، والحافة التى يقع فيها الأخدود قد تقترن بوجود سلسلة جبال من نوع جبال الأنديز قائمة بالفعل أو آخذة فى التكون، أو قد تقترن بحافة ناجمة عن تصادم قوس من أقواس الجزر البركانية بالقارة.

والبنيات الأرضية المتكونة نتيجة لدفع حافة من النوع الأطلنطى فوق الأخدود البحرى من المحتمل أن تكون فى البداية شبيهة بتلك التى سبق وصفها فى حالة التصادم بين قوس من أقواس الجزر البركانية وإحدى القارات المجاورة، وهذا ينطوى على تكسير صخور القاعدة المعقدة إلى شرائح ودفعها بواسطة صدوع المجاوزة عبر مسافات طويلة، لتضعها فوق صخور أخرى مختلفة عنها اختلافًا كليّا أو فى قلبها؛ ولذلك تعرف باسم الصخور المغتربة (Nappes).

وكذلك فإن كلاّ من قشرة الأرض المكونة لقاع المحيط، وما تجمع فوقها من الصخور الأوفْيوليتية (الاختراقية)، والصوانية، والصلصالية (Lutite) ورواسب البحار العميقة العكرة المعروفة باسم الفليش (Flysch) تتعرض للتضاغط، والتكسير، والدفع بواسطة صدوع المجاوزة؛ لتتراكب فوق غيرها من الصخور المغايرة لها طبيعة وعمراً، وفى نهاية المطاف فإن قابلية الصخور القارية الأقل كثافة تحول دون حدوث مزيد من التدمير، وقد يتكسر لوح الغلاف الصخرى الهابط إلى كتل تهبط بالتدريج فى نطاق الضعف الأرضى؛ لتنصهر ويتم هضمها فيه. وعندئذ فإن منطقة الأخدود البحرى السابقة التى كان يستهلك فيها اللوح الهابط تتحول إلى منطقة تكسر وتفتت الغلاف الصخرى للأرض. وبمرور الزمن يمكن أن يتكون فى النهاية أخدود جديد بالقرب من حافة الإدبار (Trailing Edge) من النوع الأطلنطى للقارة التى تعرضت للاصطدام.

ومثل هذه التغيرات فى حدود لوح الغلاف الصخرى للأرض يضع حداً لنمو الحزام الجبلي، غير أن خط التحام الكتل المتصادمة (درز الاصطدام) يظل متسمًا بوجود طوف جبلى شاهق الارتفاع، مكون من صخور شديدة الطى والتكسر بصدوع المجاوزة، متطابقة مع، أو مجاورة لحزام الصهارة، ومتسمًا أيضًا بقشرة قارية للأرض ذات سمك عال.

ومع تكون مثل هذه الجبال المرتفعة جداً فإن عمليات التحات والتعرية تبدأ فى الأخذ من ارتفاعها وتحمل الفتات الصخرى الناجم عن عملية التحات إلى منخفضات سطح الأرض من مثل المحيطات والبحار، وكذلك إلى الوديان التى تتخلل الجبال حتى تتكرر دورة الصخور مراراً وتكراراً، ولما كانت عمليات التحات والتجوية والتعرية تزيل كميات كبيرة من الكتل الصخرية فإن عملية التعديل التضاغطى لإحداث توازن القشرة الأرضية (Isostatic Adjustment) تعمل تدريجيّا على رفع الجبال كرد فعل على ذلك.

وباستمرار عمليات التحات والتعرية المقترنة بعمليات التعديل فى توازن القشرة الأرضية لفترات زمنية طويلة فإنها تنتهى بإنقاص سمك سلسلة الجبال إلى متوسط سمك القارة التى توجد عليها، وحينئذ فإن جذور السلسلة الجبلية التى كانت طافية فى نطاق الضعف الأرضي ترتفع إلى أخفض مستويات سطح الأرض فتنكشف، وعلى هذا النحو فقد لعبت الجبال دوراً مهمّا فى تطور الغلاف الصخري للأرض؛ إذ أن من المعتقد أن القارات ازدادت حجمًا بصورة تدريجية بإضافة أراض جبلية طولية إلى جوانبها (كسلسلة جبال الأپالاشى فى شرقى الولايات المتحدة؛ وجبال الأنديز فى غربى أمريكا الجنوبية) ويعنى ذلك أن المناطق القارية كلها كانت فى يوم من الأيام جبالاً شاهقة، ثم تآكلت فيما بعد إلى مستواها الحالى بفعل عمليات التحات والتعرية، وأن الكتل الصخرية القديمة (الرواسخ أو المجن) المستقرة نسبيًا والموجودة فى أواسط القارات ما هى إلا جذور تلك الجبال القديمة.

***

الفصل الثامن

كيف تثبت الأرض بالجبال؟

يقسم الغلاف الصخرى للأرض (والذى يتراوح سمكه بين ٦٥ ، ٧٠كم في ألواح قيعان المحيطات، وبين ١٠٠ ، ١٥٠ كم في كتل القارات) إلى حوالى اثنى عشر لوحًا أرضيّا كبيراً بفعل نظم الصدوع الخسفية التى تحيط بالأرض إحاطة كاملة، وتتركز أساسًا فى قيعان المحيطات، على هيئة أخاديد أواسط المحيطات، وإن وجدت فى قيعان البحار، وعلى اليابسة بنسب أقل. (شكل ١٠) وتطفو ألواح الغلاف الصخرى تلك فوق نطاق الضعف الأرضى وهو نطاق لدن، مرن شبه منصهر، عالى الكثافة واللزوجة، ولذلك فإن هذه الألواح تنزلق فوق نطاق الضعف الأرضي مع دوران الأرض حول محورها؛ وتتحرك بحرية مبتعدة عن بعضها البعض أو مقتربة إحداها من الأخرى، أو منزلقة عبر ما يجاورها من ألواح الغلاف الصخرى للأرض، وذلك باندفاع الصهارة الصخرية من نطاق الضعف الأرضي بملايين الأطنان عبر الأغوار الفاصلة بين تلك الألواح، وعندما تتباعد هذه الألواح عن بعضها البعض (ويتم ذلك غالبًا فى قيعان المحيطات وقيعان بعض البحار). تندفع الصهارة الصخرية من نطاق الضعف الأرضى؛ لتملأ المسافة الناتجة عن هذا التباعد (فى ظاهرة تعرف باسم ظاهرة اتساع قيعان البحار والمحيطات) مكونة صخوراً جديدة تضاف إلى الصخور المكونة لقاع المحيط، وتكون أحدث عمراً منها، (أى من الصخور الموجودة على جانبيها والتى سبق خروجها بنفس

الطريقة فى أزمنة أرضية سابقة)، ولذلك فإن قاع المحيط يتكون من أحزمة من الصخور النارية المتوازية مع بعضها البعض ومع الصدوع الخسفية التى انبثقت منها وسط قاع المحيط، وتتقادم هذه الأحزمة الصخرية فى العمر من وسط المحيط إلى جانبيه باستمرار حتى تتواجد أقدم صخور قاع المحيط عند التقائه بحدود القارتين المحيطتين به. ومع اتساع قاع المحيط ينزلق نصفاه كلٌ فى اتجاه مضاد؛ ليتحرك تحت اللوح القارى المقابل، فيدخل فى نطاق الضعف الأرضى؛ لينصهر بنفس معدل اتساع قاع المحيط فى وسطه، أى بنصف هذا المعدل على كل جانب من جانبى المحيط (شكل ١١).

والشكل المثالى لألواح الغلاف الصخرى للأرض هو الشكل رباعى الأضلاع. يتباعد فى أحد هذه الأضلاع عن اللوح المجاور (ويتم ذلك غالبًا فى قيعان كل محيطات الأرض، وفى قيعان عدد من بحارها النشطة)، ويتصادم مع اللوح المجاور عند الضلع المقابل، فينمو بإضافة صخور جديدة عند حد التباعد، ويستهلك بدخوله فى نطاق الضعف الأرضى عند حد الاصطدام بنفس معدل النمو عند حد التباعد، وينزلق عبر الحدين الآخرين بجوار أطراف الألواح المجاورة على امتداد تصدعات التحول (Trandform Faults). وبهذه الطريقة فإن ألواح الغلاف الصخرى للأرض تنتقل بصورة مستمرة حول الأرض على الرغم من صلابتها، ولما كان بعض تلك الألواح يحمل القارات معه فإن هذه القارات تزحف باستمرار مبتعدة عن بعضها البعض أو مقتربة إحداها من الأخرى، وعندما يدفع أحد هذه الألواح تحت لوح آخر وينصهر يتم تداخل صهارات أكثر لزوجة، فى حين تخرج الصهارات الأقل كثافة والأكثر ميوعة إلى قاع المحيط؛ لتشكل أقواس الجزر البركانية التى تنمو بالتدريج؛ لتصبح فى النهاية قارات أو تلتصق بحواف إحدى القارات المجاورة، أو تنضغط بين قارتين مصطدمتين، وقد تم التعرف على آثار ما يمكن أن يكون جزرًا بركانية سابقة على امتداد حواف كثيرة من حواف القارات الموجودة اليوم وفى داخلها.

إن حركة تباعد وتقارب ألواح الغلاف الصخرى للأرض لا تقتصر على أحواض المحيطات، ولكنها تحدث أيضا بالقرب من حواف القارات وفى داخلها، ومن المعروف أن كلاً من البحر الأحمر وخليج كاليفورنيا (وهما امتدادان للأخاديد الصدعية) يزدادان اتساعًا فى هذه الأيام باستمرار، حيث يتسع البحر الأحمر بمعدل ٣سم فى السنة، ويتسع خليج كاليفورنيا بمعدل ٦سم فى السنة، وعلى الجانب الآخر فإن تصادم لوح الغلاف الصخرى الحامل للهند مع اللوح الحامل للقارتين الآسيوية والأوروبية نتجت عنه سلسلة جبال الهيمالايا التى تضم أعلى القمم على سطح الأرض اليوم.

وتكرر حدوث الهزات الأرضية عند حدود ألواح الغلاف الصخرى للأرض يعتبر شيئًا مألوفًا (شكل ١٢، ٢٠) وهى على عمق ضحل قريب من السطح على امتداد الحدود المتباعدة لألواح الغلاف الصخرى للأرض، أما على امتداد مناطق الاصطدام حيث ينزل قاع المحيط تحت اللوح الحامل للقارة فإن بؤر الهزات الأرضية تكون عميقة (حتى عمق ٧٠٠ كم)، وتحدث الهزات الأرضية كذلك على الحدود التى تنزلق فيها ألواح الغلاف الصخرى للأرض عبر صدوع التحول (Transform Faults) التى تفصل بينها.

والحركات عبر مستويات التصدع لا تحدث بصورة مستمرة، ولكنها تحدث برجفات مفاجئة تطلق التوتر المتراكم في داخلها.

إن ألواح الغلاف الصخرى للأرض لا تنتقل كلها بنفس السرعة، فحيث تتباعد هذه الألواح بسرعة تنتشر الصهارة الصخرية المندفعة من نطاق الضعف الأرضى إلى قاع المحيط؛ لتملأ المنطقة التى نشأت عن هذا التباعد بالطفوح البركانية والمتداخلات النارية التى تبنى مع الزمن سلاسل من الحواف المرتفعة فى أواسط المحيطات تكون جوانبها منحدرة بصورة تدريجية (كمرتفعات شرق المحيط الهادي)، وعلى العكس من ذلك فإن التباعد البطىء لألواح الغلاف الصخرى المكونة لقيعان البحار والمحيطات يتيح الوقت الكافى لتراكم الصهارة المندفعة من

نطاق الضعف الأرضى مما يؤدى إلى تكون قمم شديدة الانحدار (كسلسلة جبال منتصف المحيط الأطلنطي).

ويمكن تحديد سرعة تحرك ألواح الغلاف الصخرى المكونة لقاع المحيط بعيداً عن مراكز التصدع والتوسع باستخدام الاختلاف فى اتجاه المغناطيسية فى الأحزمة المتجاورة من الصخور المكونة لقاع المحيط أو ما يعرف باسم «أحزمة الحيود المغناطيسى» (The Magnetic Anomaly Strips). وهذه الأحزمة يمكن التعرف عليها وتحديد كلٍّ من الاتجاه المغناطيسى الذى تجمدت عليه وأعمارها وبقياس المسافة بين كل حزام من هذه الأحزمة المتباينة فى مغناطيسيتها وبين مركز التصدع والتوسع فى وسط المحيط (شكل ١١). ومعدلات توسع كل جانب من جانبى المحيط الذى يتسع قاعه من عند الأغوار الصدعية التى اندفعت منها حواف وسط ذلك المحيط إلى خط التصادم مع اللوح الصخرى المقابل تمثل نصف معدل التوسع الكلى لقاع المحيط الذى انقسم إلى نصفين، يتحرك كل منهما فى اتجاه معاكس للآخر. وحركات ألواح الغلاف الصخرى للأرض كلها حركات نسبية، وتتفاوت معدلات توسع قيعان البحار والمحيطات بين ١ سم/ سنة فى المحيط القطبى الشمالى و٦ ـ ١٨ سم/ سنة فى المحيط الهادىء.

ويمكن حساب معدلات التقارب بين ألواح الغلاف الصخرى للأرض عند الأخاديد ومناطق نشوء الجبال بجمع الكميات المتجهة للحركات المعروفة لدوران تلك الألواح، وبحساب ذلك تبين أن معدلات التقارب تبلغ ٩سم/ سنة عند الأخاديد، وتنخفض حتى أقل من ٦سم/ سنة عند النطاقات الجبلية. ويمكن أيضًا وبسهولة حساب معدلات الانزلاق بمحاذاة تصدعات التحول عند معرفة معدلات الدوران (Le Pichon, 1968).

وتوحى أنماط كل من أحزمة الحيود المغناطيسى وسمك الرسوبيات المتجمعة أن نماذج توسع ألواح الغلاف الصخرى للأرض وسرعاتها كانت مختلفة فى الماضي، وأن النشاط على امتداد سلاسل جبال منتصف المحيطات يتفاوت فى الزمان والمكان

وعليه فإن سلاسل الحواف المحيطية هذه تظهر وتنتقل من مكان إلى آخر حتى تختفي.

ويبدو أن تصدع قاع المحيط الأطلنطى وعملية اتساع ذلك القاع قد بدأ فى الفترة الزمنية الممتدة بين مائتى مليون ومائة وخمسين مليون سنة مضت، وأن قاع المحيط الهندى قد بدأ فى ممارسة عمليات التصدع والاتساع تلك فى الفترة ما بين المائة مليون والثمانين مليون سنة الماضية، وأن أستراليا لم تنفصل عن القارة القطبية الجنوبية إلا منذ ٦٥ مليون سنة مضت (Dott & Batten, 1988, p.167).

وتكثر البراكين أيضًا عند الحدود المتباعدة لألواح الغلاف الصخرى للأرض سواء كانت تلك الألواح بحرية أم قارية، ومعظم هذه البراكين يستمر فى نشاطة لفترة ٢٠ - ٣٠ مليون سنة على الرغم من أن بعضها قد تصل فترة نشاطة إلى ١٠٠ مليون سنة أو يزيد (كجزر الكنارى على سبيل المثال)، وخلال مثل هذه الفترات الطويلة من النشاط البركانى تحمل البراكين لمسافة عدة مئات من الكيلو مترات بعيدًا عن أغوار التصدع التى تتحدد عندها حافتا اللوح المتباعدتان عن بعضهما البعض باستمرار بواسطة الصهارة المتدفقة من نطاق الضعف الأرضى عبر أغوار التصدع والتى تشكل مصدر تغذية تلك الفوهات البركانية. وعند ابتعاد تلك الفوهات عن مصادر تغذيتها بالصهارة الصخرية تخمد بالتدريج حتى تموت، ويحمل قاع المحيط الهادىء عددًا كبيرًا من البراكين القديمة الخامدة الغاطسة (Guyots) التى كانت فى يوم من الأيام بارزة فوق مستوى سطح الماء فى المحيط، ولكنها غطست تحت سطح الماء إلى ما هو دون هذا المستوى بكثير لبعدها عن نطاق التصدع الذى يمثل مصدر تغذيتها بالصهارة الصخرية، ولذلك خمدت وهبطت تحت مستوى سطح الماء فى المحيط.

أما أحزمة الجبال القارية فتنتج عن تصادم ألواح الغلاف الصخرى مع بعضها البعض، سواء كان هذا التصادم بين لوحين أحدهما بحرى والآخر قارى، أو كان كلاهما قاريًا، وعلى ذلك فإن حركة نشوء الجبال تبلغ ذروتها عند تصادم قارتين،

وينجم عن ذلك تغضن شديد لحواف القارتين، وتوقف كل أنواع النشاط لهذين اللوحين من ألواح الغلاف الصخرى للأرض على طول خط الالتقاء بينهما، حيث يلتحمان مع تقلص واضح فى مساحتيهما بسبب تكون عدد كبير من صدوع المجاوزة العملاقة والطيات الشديدة التى تأتى بأعداد كبيرة من الصخور المغتربة وتضعها فى أوساط صخرية مغايرة كل المغايرة لها وتراكبها فوق بعضها البعض (Intrastructural Nappes) كما تؤدى إلى زيادة كبيرة فى سمك القشرة الأرضية على شكل جذور عميقة تمتد إلى الأسفل بمسافة تبلغ أضعاف ارتفاع السلسلة الجبلية وبالنتيجة فإن هذه السلاسل الضخمة وجذورها العميقة تعمل على تثبيت الغلاف الصخرى للأرض، حيث إن حركة ألواح الغلاف الصخرى للأرض تتوقف تمامًا تقريبًا عند هذا المكان.

إن فكرة وجود نطاق الضعف الأرضى اللدن، وشبه المنصهر، والكثيف، يجعل من الممكن فهم السبب فى ارتفاع القارات فوق أحواض المحيطات، وفي زيادة سمك القشرة الأرضية تحت القارات عنها تحت المحيطات، وهذا يعنى أنه بمقدار ما للجبال من جذور عميقة فإن كل المناطق المرتفعة كالهضاب والقارات لابد وأن تكون ذات جذور تمتد إلى أعماق بعيدة، وبعبارة أخرى فإن نطاق الغلاف الصخرى للأرض برمته يطفو فوق هذا النطاق اللدن أو شبه اللدن المعروف باسم نطاق الضعف الأرضى، وبنيات الجبال المرتفعة تبقى قائمة بفضل جذورها الغائصة فى ذلك النطاق (شكل ١).

وتتحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض كرد فعل للطريقة التى تصل فيها الحرارة إلى قاعدة ذلك الغلاف (شكل ٢٨)، وربما كرد فعل أيضًا لسرعة دوران الأرض حول محورها أمام الشمس، خاصة وأن هذه السرعة كانت أعلى من معدلاتها الحالية بأضعاف عديدة فى الأزمنة الأرضية الماضية، وأنها فى تناقص مستمر منذ أن خلق الله (تعالى) السماوات والأرض، ويعتقد بأن هذا التباطؤ فى سرعة دوران الأرض حول محورها سوف يستمر حتى تطلع الشمس من مغربها

وهى علامة من العلامات الكبرى للساعة، ومن نبوءات المصطفى (صلى الله عليه وسلم)، وانطلاقًا من ذلك فقد استنتج العلماء أن حركة ألواح الغلاف الصخرى للأرض كانت أكثر سرعة فى الماضى، وأنها آخذة فى التباطؤ نظراً لاستمرار تكون السلاسل الجبلية، ونمو القارات بإضافة كميات جديدة من الصخور إليها، وقد يساعد فى ذلك أيضًا التباطؤ فى سرعة دوران الأرض حول محورها الذى يعزى لحركات المد والجزر التى تعمل كالكابح، كما يعزى لقوة جذب كلٍّ من الشمس والقمر للأرض ويعزى كذلك إلى قلة كمية الحرارة التى تصل من جوف الأرض إلى سطحها نتيجة لاستمرار انحلال المواد الإشعاعية الموجودة فى داخل الأرض.

* * *

الخلاصة

وصفت الجبال دائمًا بأنها أشكال أرضية بارزة فوق سطح الأرض، تتسم بنتوءاتها التى ترتفع على المناطق المحيطة بها، وبقممها العالية، وسفوحها الشديدة الانحدار، وبوجودها فى مجموعات على هيئة أطواف، أو منظومات، أو سلاسل، أو أحزمة، أو مجموعات من تلك الأحزمة الجبلية التى تكون عادة متوازية أو قريبة من التوازى مع بعضها البعض، ولكنها قد تكون موجودة أيضًا على هيئة مرتفعات فردية كما هو الحال فى بعض الجبال البركانية.

وعلى الرغم من ذلك فإن القرآن الكريم الذى أنزل قبل أربعة عشر قرنًا يصف الجبال بأنها رواسى للأرض، وذلك كى لا تميد أو تهتز بنا، ويصفها كذلك بأنها أوتاد تثبت سطح الأرض باتجاه الأسفل، وكما أن الوتد أغلبه مدفون في الأرض وأقله ظاهر فوق السطح، ووظيفته التثبيت، فقد وصف القرآن الكريم بكلمة واحدة كلاًّ من النتوءات الخارجية البارزة من الجبال وامتداداتها الداخلية (فى الغلاف الصخرى للأرض) ودورها الحقيقى لحفظ توازن الأرض فى دورانها حول محورها وكوسيلة لتثبيت غلافها الخارجى فيما دونه من نطق الأرض.

وهذه الحقائق لم يبتدئ الإنسان فى إدراك طرف منها إلا فى منتصف القرن التاسع عشر الميلادى (أى بعد حوالى ثلاثة عشر قرنًا من نزول القرآن الكريم) عندما أدرك چورچ إيرى (١٨٦٥م) أن زيادة كتلة الجبال فوق سطح البحر يتم تعويضها بنقص فى الكتلة على شكل جذور سفلية توفر الدعم العائم للجبال، وذلك فى

محاولة لتعليل الانخفاض فى معدل انحراف الشاقول بالقرب من الكتل الجبلية بما يقل عن القيم المحسوبة للتجاذب التثاقلي، واقترح (إيرى) أن الجبال ذات الكتل الهائلة لا تدعمها قشرة أرضية قوية صلبة تحتها، ولكنها «تطفو» فى «بحر» من الصخور الكثيفة، وفى مثل هذا «البحر» اللدن من الصخور شبه المنصهرة والكثيفة، تطفو الجبال فى الأعماق بما يشبه الطريقة التى تطفو بها جبال الجليد فى مياه المحيطات، وذلك بالفرق بين كثافة كلٍّ من الجليد والماء المالح، ذلك الفرق الذى يعمل على طفو جبل الجليد ببروز جزء منه فوق مستوى سطح الماء فى البحر، وغطس أغلبه فى ماء البحر، ويتم ذلك بإزاحة قدر من الماء بفعل الكتلة الكبيرة للجليد تحت سطح الماء، وتعتبر كتلة الجبل متوازنة من حيث توزيع الضغوط بينه وبين الأوساط الصخرية المحيطة به من نطق الأرض المختلفة.

فالجزء البارز من الجبال فوق سطح الأرض هو فى الحقيقة ليس إلا القمم البارزة لكتل ضخمة من الصخور التى تطفو فى طبقة تحتية أعلى كثافة كما تطفو جبال الجليد فى الماء، فجبل يبلغ متوسط الكثافة النوعية لصخوره ٢,٧جم/ سم٣ (وهى متوسط كثافة الجرانيت) يمكن له أن يطفو فى طبقة من الصخور القاعدية (ذات الكثافة التى تبلغ حوالى ٣جم/ سم٣ بامتداد داخلي (جذر) يبلغ حوالى تسعة أعشار طوله وجزء بارز يبلغ عشر هذا الطول، وتبلغ نسبة جذر الجبل فى بعض الحالات إلى ارتفاعه ١٥ : ١ وتعتمد هذه النسبة على متوسط كثافة كلٍّ من صخور الجبل والوسط الذى ينغرس فيه.

هذه الملاحظات أدت إلى ظهور مفهوم التوازن التضاغطى فى الأرض (Isostacy) كما لخصه «داتون» (Dutton, 1889) وأدخلت مبادئ استخدام الجاذبية الأرضية فى الدراسات الميدانية للأرض.

وكلٌّ من الأدلة الزلزالية وأدلة دراسات الجاذبية الأرضية قد أشارت إلى أن القشرة الأرضية تبلغ أقصى سمك لها تحت الجبال، وأقل سمك لها تحت أحواض المحيطات، ولم تفهم هذه الحقائق بوضوح إلا فى أوائل الستينيات من القرن

العشرين عندما بدأ علماء الأرض فى قبول مفهوم تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض.

وفى هذا المفهوم المعروف باسم التحركات الكبرى لألواح الغلاف الصخرى للأرض (Global Tectonics) يقسم الغلاف الصخرى للأرض بواسطة شبكة الأغوار الصدعية العميقة إلى عدد من الألواح الصخرية (يبلغ سمكها حوالى ٦٥ ـ ٧٠كم فى قيعان البحار والمحيطات وحوالى ١٠٠ ـ ١٥٠كم على اليابسة) وتطفو هذه الألواح الصخرية على طبقة لدنة أكثر كثافة (نطاق الضعف الأرضي) ومن ثم تنزلق فوقها، وتنتقل عبر سطح الأرض يعينها فى ذلك دوران الأرض حول محورها.

وحدود ألواح الغلاف الصخرى للأرض تحددها الصدوع الأرضية ومواقع الزلازل والنشاط البركانى الكثيف.

وتنمو ألواح الغلاف الصخرى للأرض بإضافة صخور جديدة عند حدودها المتباعدة (سلاسل جبال منتصف المحيط) بواسطة الصهارة المرتفعة من نطاق الضعف الأرضى؛ لتكون شريطًا من الصخور الحديثة يضاف إلى قاع المحيط، وتستهلك بنفس المعدل، وذلك بعودتها إلى داخل الأرض، وبالانصهار فى نطاق الضعف الأرضى عند حدودها المتصادمة في نطاق الاندساس (الانضواء)، وعند نقاط التماس الأخرى تنزلق الألواح مبتعدة إحداها عن الأخرى على امتداد تصدعات التحول، وتقوم ألواح الغلاف الصخرى للأرض على هذا النحو بالانتقال حول الأرض بالرغم من صلابتها حاملة معها القارات مما يتسبب فى حدوث ظاهرة زحزحة القارات (Continental Drift).

وعندما تتحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض على نحو أفقى عبر سطح الأرض فإنها تتصادم من حين لآخر، فتؤدي إلى تكوين سلاسل الجبال العالية، ويحدد تكوين ألواح الغلاف الصخرى للأرض عند نقطة التصادم نوع الجبال التى

تنشأ عن هذا التصادم، ولكن في كل الحالات يتكون كلٌّ من الجبال المحيطية والقارية (أقواس الجزر البركانية والجبال البركانية وسلاسل الأحزمة المعقدة من الجبال الكورديليرية والجبال الاصطدامية) وإن كانت الجبال البركانية سواء محيطية أو قارية لا تعتبر جبالاً حقيقية.

وعندما يدفع أحد ألواح الغلاف الصخرى للأرض إلى النزول تحت لوح آخر والانصهار ترتفع الصهارة الأخف وزنًا، لتكون عددًا من أقواس الجزر البركانية التى تنمو؛ لتكون قارة من القارات فى النهاية. ومن المعتقد أن كل القارات نشأت فى عمليات من هذا النوع. وأن ازدياد التصادم بين قارة ومجموعات الجزر البركانية أو بين قارة وأخرى يمكن أن يؤدى إلى زيادة نمو القارات وإلى استقرار القشرة الأرضية وثباتها.

ويتضح من الأدلة الزلزالية أن سمك القشرة القارية يبلغ ٦ إلى ٨ أضعاف سمك القشرة المحيطية (٣٠ ـ ٤٠ كم مقابل ٥ كم) ويقل عنها كثافة بقدر يسير (٢,٧ مقابل ٢,٩ جرام/ سم^{٣}).

إن ألواح الغلاف الصخرى للأرض لا تتحرك كلها بنفس السرعة، بل يعتقد أن سرعتها تخف فى الغالب بمرور الوقت، وتفاصيل حدوث هذه الحركة لا يزال يحيط بها الغموض، وهناك نظريتان فى هذا الخصوص، نظرية تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض بواسطة تيارات الحمل، ونظرية تحركها بواسطة الجاذبية الأرضية، ويبدو أن النظرية الأولى تحظى بتأييد متزايد. ويرجح أن ألواح الغلاف الصخرى للأرض تتحرك كرد فعل للطريقة التى تصل بها الحرارة إلى قاعدة كلٍّ واحد من تلك الألواح، ومن الواضح أن ذلك كان يتم بطريقة أسرع بكثير عند بدء خلق الأرض؛ لأن كمية المواد المشعة فى الأرض كانت أكبر، وبالتالى فإن الحرارة الناتجة عن تحللها كانت أعلى بكثير من الحرارة الناتجة اليوم، وهى فى تناقص مستمر، وكذلك فإن الحرارة الهائلة الناتجة عن تصلب ونمو اللب الداخلى للأرض كانت أعلى في تاريخ الأرض القديم منها اليوم، وأن المعدلات الفائقة السرعة

لدوران الأرض حول محورها فى القديم آخذة فى التناقص مع الزمن، ويمكن رؤية الدور الذى تلعبه الجبال فى توازن الأرض بوضوح فى امتداداتها العميقة داخل الغلاف الصخري للأرض، ويمكن تبريره بحقيقة أن حركات ألواح الغلاف الصخرى للأرض تهدأ عندما تصطدم قارة بأخرى مما ينتج عنه تكون جبال من النوع التصادمي، يعتقد أنه المرحلة الأخيرة في دورة تكون الجبال، ولولا وجود الجبال لكانت حركة تلك الألواح أكثر سرعة، ولكان التصادم بينها أكثر قوة وعنفًا وتدميرا؛ وعلى ذلك فإنه على الرغم من أن وجود الجبال يؤخر من حركة ألواح الغلاف الصخرى للأرض، فلا يمكن أن تفهم تلك الجبال على أنها قوة منفصلة أو عامل منفصل؛ لأنها فى المقام الأول هى النتاج الحقيقى لحركة تلك الألواح.

ومن خلال دورة تكون الجبال يتم تجديد شباب الغلاف الصخرى للأرض بإثرائه بالمعادن المندفعة من نطاق الضعف الأرضى بصورة دورية، ويتم نمو القارات بصورة تدريجية بإضافة كتل صخرية جديدة إليها، وتمد ارتفاعات الجبال عوامل التحات والتعرية المختلفة بمصادر صخرية تقوم بنحتها وتعريتها باستمرار، فتجدد شباب تربة الأرض وتثريها بالمعادن، وكلما بريت قمم الجبال ارتفعت كتلتها من نطاق الضعف الأرضى؛ لترفع الجبال إلى أعلى، وتظل هذه العملية مستمرة حتى تخرج الجبال من نطاق الضعف الأرضى بالكامل فتتوقف حركتها إلى أعلى، وتبدأ عوامل التعرية في بريها بالتدريج حتى تسويها بسطح الأرض أو قريبًا من ذلك المنسوب، وحينئذ تظهر أوتاد (جذور) الجبال على سطح الأرض، وبها من الثروات المعدنية ما لا يمكن أن يتكون إلا تحت مثل ظروف جذور الجبال من الضغوط الشديدة والحرارة العالية، وعندما تكون الغلبة فى النهاية لعمليات التعرية فإن الجزء المتبقى من مجموعة الجبال يعجز عن رفعها بفعل عملية الاتزان الأرضى المعروفة باسم التوازن التضاغطى للأرض (Isostacy) وتظل عوامل التجوية والتحات والتعرية فى برى ما بقى من تلك المجموعة الجبلية القديمة حتى يصل سمكها إلى نفس سمك الجزء

الداخلى القارى الذى هو عبارة عن سمك التوازن إلى حد ما، وتصبح منظومة الجبل القديمة فى هذه المرحلة جزءاً من الكتل الصخرية القديمة الثابتة المعروفة باسم الرواسخ أو المجن (Cratons)، وتضاف إلى مساحة القارة التي تأخذ فى التحرك من جديد، وتبدأ سلسلة أو سلاسل جبلية جديدة فى التكون عند حدها أو حدودها المتقابلة مع ألواح أخرى متحركة من ألواح الغلاف الصخري للأرض.

هذه المعلومات المكتسبة عن الجبال، بدأ الإنسان فى جمع أطرافها ببطء شديد منذ منتصف القرن التاسع عشر الميلادي، ولم يتبلور مفهوم صحيح لها إلا فى منتصف الستينيات من القرن العشرين عندما كان مفهوم تحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض فى مرحلة التبلور النهائى له.

وفى المقابل نجد أن القرآن العظيم الذى أوحاه الله (تعالى) إلى خاتم أنبيائه ورسله (صلى الله عليه وسلم) كآخر وأكمل وأتم صورة من صور الهداية الربانية، والذي حفظه بصفائه الرباني، وبلغة وحيه حرفًا حرفًا وكلمة كلمة على مدى أكثر من أربعة عشر قرنًا وإلى أن يرث الله الأرض ومن عليها نجد هذا الكتاب يحوى من حقائق الكون، ومنها حديثه عن الجبال ما لم يكن متوفراً لأحد في زمان نزوله، ولا لقرون متطاولة من بعد ذلك النزول.

والقرآن - كغيره من كتب السماء التي سبقت نزوله - جاء إجابة لتساؤلات الإنسان فى القضايا التى لا يمكن له أن يضع لنفسه بنفسه فيها ضوابط صحيحة من مثل قضايا العقيدة والعبادة والأخلاق والمعاملات، وهى قواعد الإسلام العظيم، وقواعد كل رسالة سماوية سابقة.

هذا الكتاب أشار إلى الجبال فى ٤٩ آية صريحة، وصف فى آية منها الجبال بأنها أوتاد، وفى عشر آيات وصفها بأنها ﴿رواسي﴾ ترسى الأرض كما ترسى غلافها الصخرى، وهكذا أثبتت العلوم الحديثة.

وفي آية واحدة يلفت القرآن الكريم نظر الكافرين ﴿إلى الجبال كيف نصبت﴾،

وفي آية أخرى يتحدث عن تكون بعض الجبال من جدد بيض وحمر مختلف ألوانها وغرابيب سود، وبذلك يجمع كل أنواع الصخور النارية من الحامضية وفوق الحامضية إلى القاعدية وما فوق القاعدية.

وفي آية ثالثة يصف القرآن الكريم الجبال «بأنها تمر مر السحاب» وهي إشارة ضمنية رقيقة إلى دوران الأرض حول محورها.

ووصف القرآن الكريم الجبال بأنها أوتاد يشير إلى أن أغلبها مدفون فى الأرض، وأقلها ظاهر فوق سطح الأرض ووظيفتها التثبيت؛ لأن هكذا الوتد. وقد أثبتت العلوم الحديثة أن هكذا الجبال، كذلك أثبتت العلوم الحديثة أن الغلاف الصخرى للأرض ممزق بشبكة هائلة من الصدوع المزدوجة العميقة (الأغوار) إلى عدد من الألواح الصخرية التى تطفو فوق نطاق لدن شبه منصهر عالى الكثافة، عالى اللزوجة، وأن ألواح الغلاف الصخري للأرض تنزلق فوق هذا النطاق متباعدة عن بعضها البعض، أو مصطدمة مع بعضها البعض، وأن هذه الحركة السريعة لا يبطئ من عنفها إلا تكون الجبال.

هذا السبق العلمى فى كتاب الله مما يشهد بأن القرآن الكريم هو كلام الله الخالق ويشهد لهذا النبى الخاتم بالنبوة وبالرسالة.

وهذا مثل واحد من آلاف الأمثلة على أن القرآن الكريم هو كلام الله الخالق، وعلى أن هذا النبى الخاتم (صلى الله عليه وسلم) كان موصولاً بالوحى ومعلمًا من قبل خالق السماوات والأرض؛ لأنه لا يمكن لعاقل أن يتصور مصدراً لهذا العلم من قبل أربعة عشر قرنًا غير الله الخالق (سبحانه وتعالى) خاصة وأن الكسب العلمى البشرى لم يدرك تلك الحقائق عن الجبال إلا فى منتصف الستينيات من القرن العشرين.

* * *

REFERENCES

1. Airy, G.B. (1855): On the computation of the effect of the attraction of mountain masses, as disturbing the apparent astronomical latitude of stations in geodetic surveys; *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., Ser. B*, 145: pp 101-104.
2. Ali, A. Yusuf (1934): *The Holy Qur'an; Text, Translation And Commentary*; Reprinted in 1975 by The M.S.A. of the U.S.A. and Canada, 1862 pp.
3. American Geological Institute (1976): *Dictionary of Geological Terms*; Revised edition; Anchor Books, 472 pp.
4. Athavale, R.N. (1973): "Inferences from Recent Indian Paleomagnetic Results about the Northern Margin of the Indian Plate and the Tectonic Evolution of the Himalayas": in Tarling and Runcorn (eds.): *Implications of Continental Drift to the Earth Sciences*, Vol. 1, pp 117-130, 2 tables, 3 figs., Academic Press, London & New York.
5. Beiser, A. and Krauskopf, K.B. (1975): *Introduction to Earth Science*; McGraw Hill Book Co., 359 pp, illustrated.
6. Bird, J.M. and Dewey, J.F. (1970): Lithosphere plate-continental margin tectonics and the evolution of Appalachian orogen; *Bull. Geol. Soc. Amer.*, Vol. 81, pp 1031-1060.
7. Bouguer, P. (1749): *La figure de la Terre*, Paris, 365 pp.
8. Cazeau, C.J., Hatcher, Jr., R.D. and Siemankowski, F.T. (1976): *Physical Geology: Principles, Processes, and Problems*; Harper & Row, Publishers; 518 pp, illustrated.
9. Cook, F. A., Brown, L.D. and Oliver, J.E. (1980): The southern Appalachians and the growth of continents; *Sci. Amer.* (October), pp 156-168.
10. Dewey, J.F. (1971): A model for the Lower Paleozoic evolution of the southern margin of the early Caledonides of Scotland and Ireland; *Scot. J. Geol.*, Vol. 7, pp 219-240.
11. Dewey, J.F. (1972): Plate tectonics; *Sci. Amer., 226* (May), pp 56-66.

global tectonics; *J. Geophys. Res.*, Vol. 75, no. 14, pp 2625-2647, 15 figs.

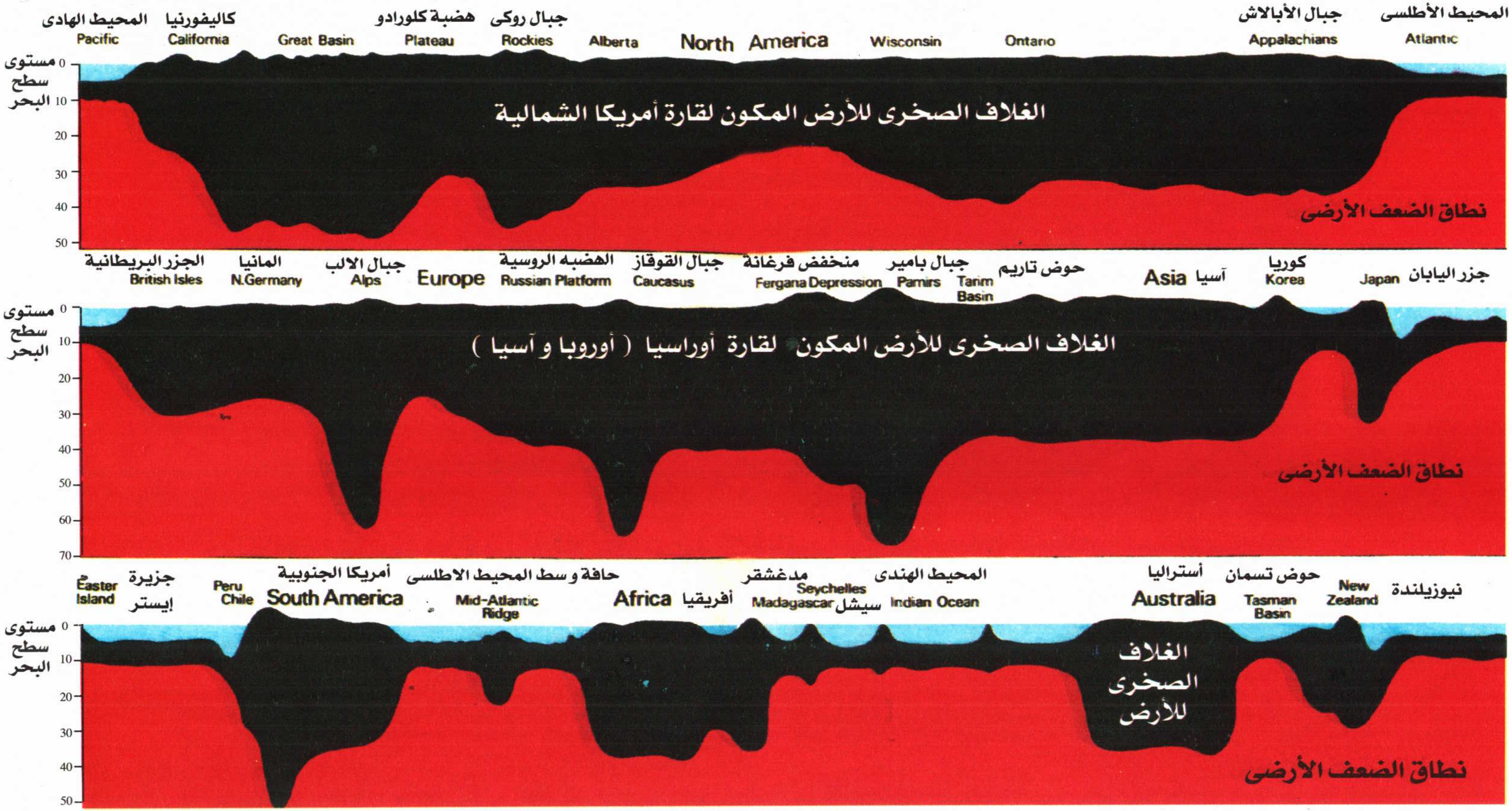
13. Dickinson, W.R. (1970): Relations of andesites, granites and derivative sandstones to arc-trench tectonics; *Rev. Geophys. Space Phys.*, *8*, 813-860.
14. Dickinson, W.R. (1971): Plate tectonics in geologic history; *Science*, *174*, pp 107-113.
15. Dietz, R.S. (1961): Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor, *Nature*; *190*, 854-857.
16. Dietz, R.S. (1972): Geosynclines, mountains, and continent building; in Wilson, J.T. (ed.): *Continents Adrift: Readings from Scientific American*, pp 124-132.
17. Dutton, C.E. (1889): On some of the greater problems of physical geology, *Bull. Phil. Soc. Washington*, Vol. 11, p 51; reprinted in *J. Washington Acad. Sci.*, Vol. 15, pp 259-369, 1925; also in *Bull. Natl. Res. Council (U.S.),* Vol. 78, p 203, 1931.
18. *Encyclopaedia Britannica* (1975): (The New Encyclopaedia Britannica); in 30 volumes; Helen Hemingway Benton, Publisher.
19. Hallam, A. (1973): *A Revolution in the Earth Sciences; From Continental Drift to Plate Tectonics*; Clarendon Press, Oxford, 127 pp, 45 figs.
20. Hamilton, W. (1969): Mesozoic California and the underflow of Pacific mantle; *Bull. Geol. Soc. Amer.*, Vol. 80, pp 2409-2430.
21. Hess, H.H. (1962): "History of Ocean Basins"; In A.E.J. Engel and others (editors): *Petrologic Studies*; a volume in honour of A.F. Buddington; Geol. Soc. Amer., New York; pp 599-620.
22. Hess, H.H. (1965): "Mid-Oceanic Ridges and Tectonics of the Sea-Floor"; in Whittard, W.F. and Bradshaw, R. (eds.): *Submarine Geology and Geophysics*; Proc. 17th Symposium Colston Res. Soc., London, Butterworths.
23. King, P.B. (1965): "Tectonics of Quaternary Time in Middle North America"; in Wright, H.E. and Frey, D.G. (eds.): *The Quaternary of the United States*; Princeton University Press; pp 831-870.
24. Leet, L.D. and Judson, S. (1971): *Physical Geology*; 4th edition; Prentice-Hall, Inc.; 687 pp, illustrated.
25. Le Pichon, X. (1968): Sea-floor spreading and continental drift; *J.*

Geophys. Res., Vol. 73; no. 12, pp 3661-3697.

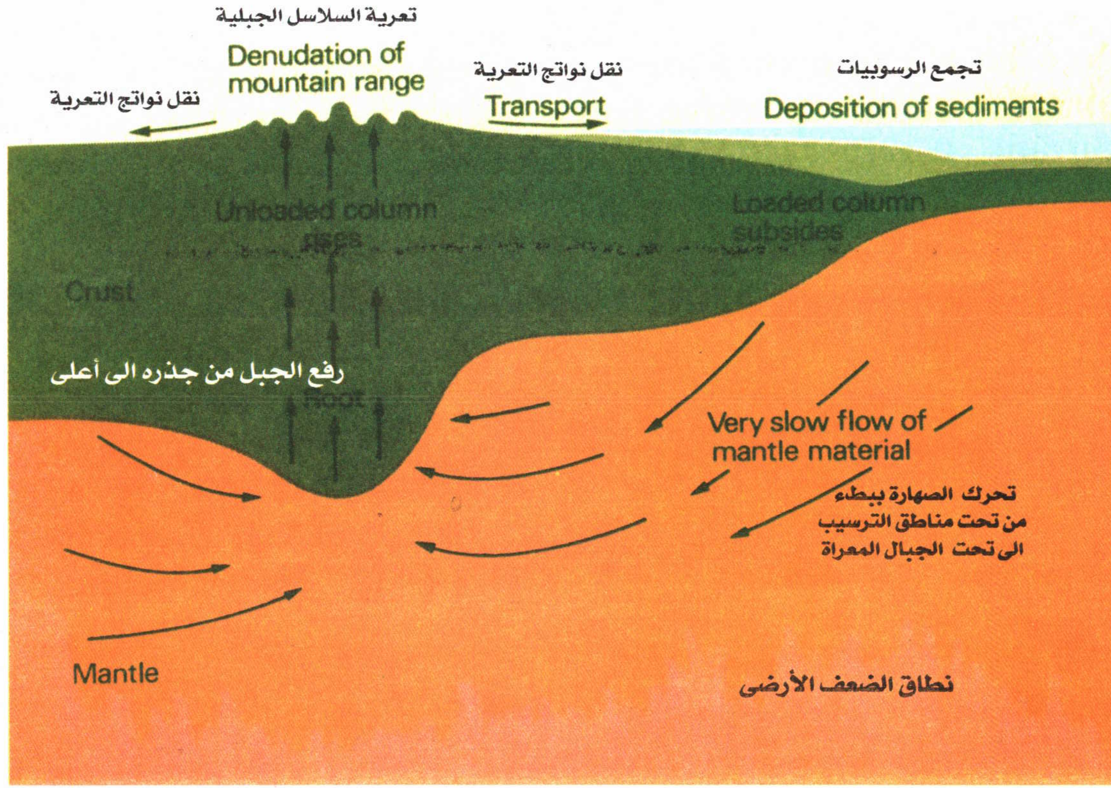
26. McKenzie, D.P. (1969): Speculations on the consequences and causes of plate motions; *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, Vol. 18, pp 1-32.
27. Milligan, G.C. (1977): *The Changing Earth*; McGraw-Hill Ryerson Ltd., 706 pp, illustrated.
28. Miyashiro, A. (1961): Evolution of metamorphic belts; *J. Petrology*, Vol. 2, pp 277-311.
29. Miyashiro, A. (1967): Orogeny, regional metamorphism and magmatism in the Japanese islands; *Medd. Dan. Geol. Foren.*, Vol. 17, pp 390-446.
30. Monkhouse, F.J. and Small, J. (1978): *A Dictionary of the Natural Environment*; Edward Arnold, 320 pp.
31. Pratt, J.H. (1859): On the attraction of the Himalayas Mountains and of the elevated regions beyond upon the plumb-line in India; *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., Ser. B, 145*, pp 53-100.
32. Press, F. and Siever, R. (1982): *Earth*; W.H. Freeman and Co., San Francisco, 613 pp, illustrated.
33. Thompson, G.A. and Talwani, M. (1964): Crustal structure from Pacific basin to central Nevada; *J. Geophys. Res., 69*, pp 4813-4837.
34. Webster, A. M. (1971): *Webster's Seventh New Collegiate Dictionary*; G. & C. Merriam Co., Publishers, U.S.A., 1223 pp.
35. Wilson, J.T. (1963): Evidence from islands on the spreading of ocean floors, *Nature, 197*, p 536.
36. Wilson, J.T. (1965a): Transform faults, oceanic ridges, and magnetic anomalies southwest of Vancouver Island; *Science, 150*, p 482.
37. Wilson, J.T. (1965b): Evidence from ocean islands suggesting movement in the earth; in "A Symposium on Continental Drift"; in Blackett, P.M.S., Bullard, E. and Runcorn, S.K. (eds.); *Phil. Trans. Roy. Soc. London, A258*, p 145.
38. Wilson, J.T. (1966): Did the Atlantic close and then reopen?; *Nature, 211*, p 676.

الأشكال الملونة

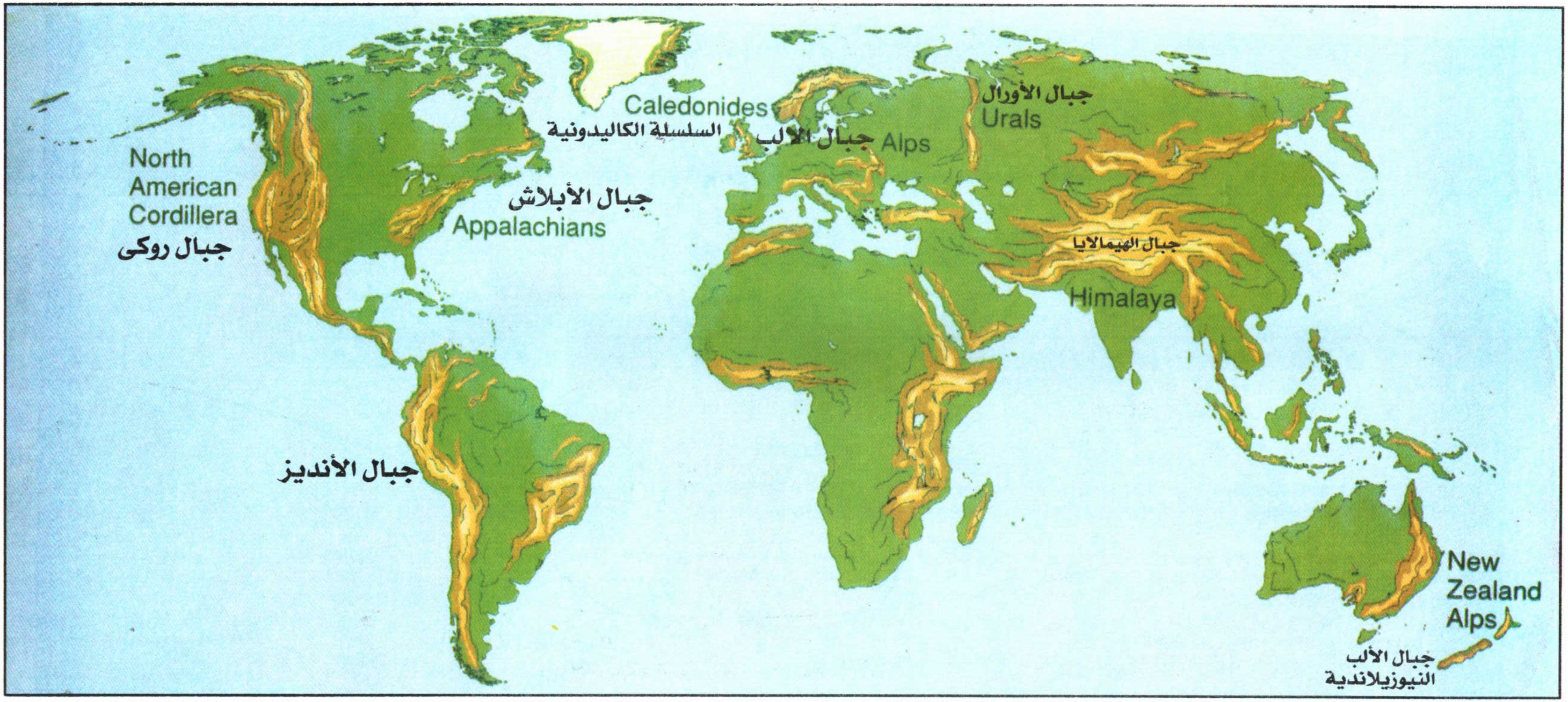
الأشكال الملونة



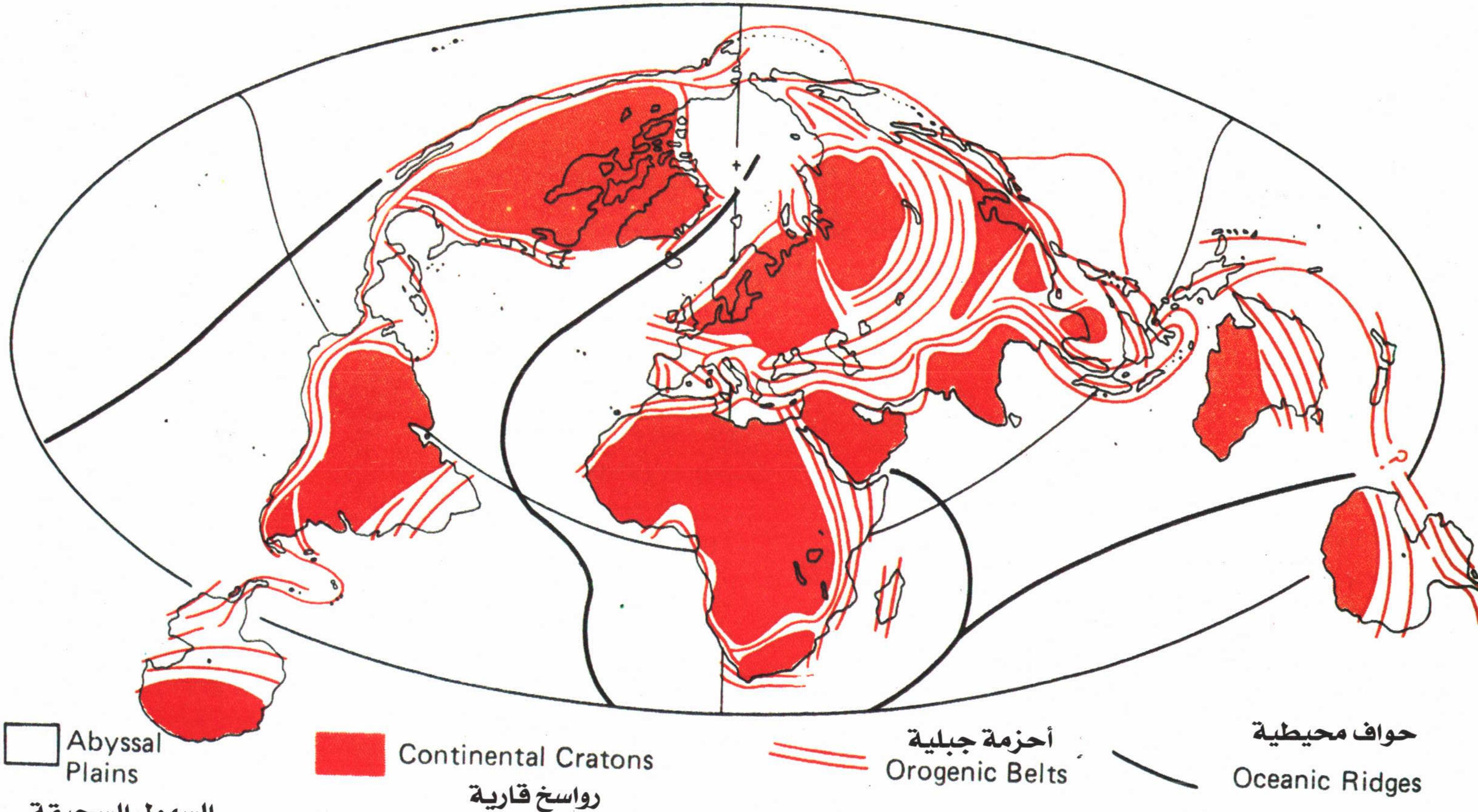
(شكل - ١) قطاعات مستعرضة فى الأرض توضح الغلاف الصخرى للأرض غائراً فى نطاق الضعف الأرضى خاصة بالامتدادات الداخلية العميقة للجبال و التى تتراوح فى أطوالها بين عشرة و خمسة عشر ضعفاً لارتفاعها فوق مستوى سطح البحر



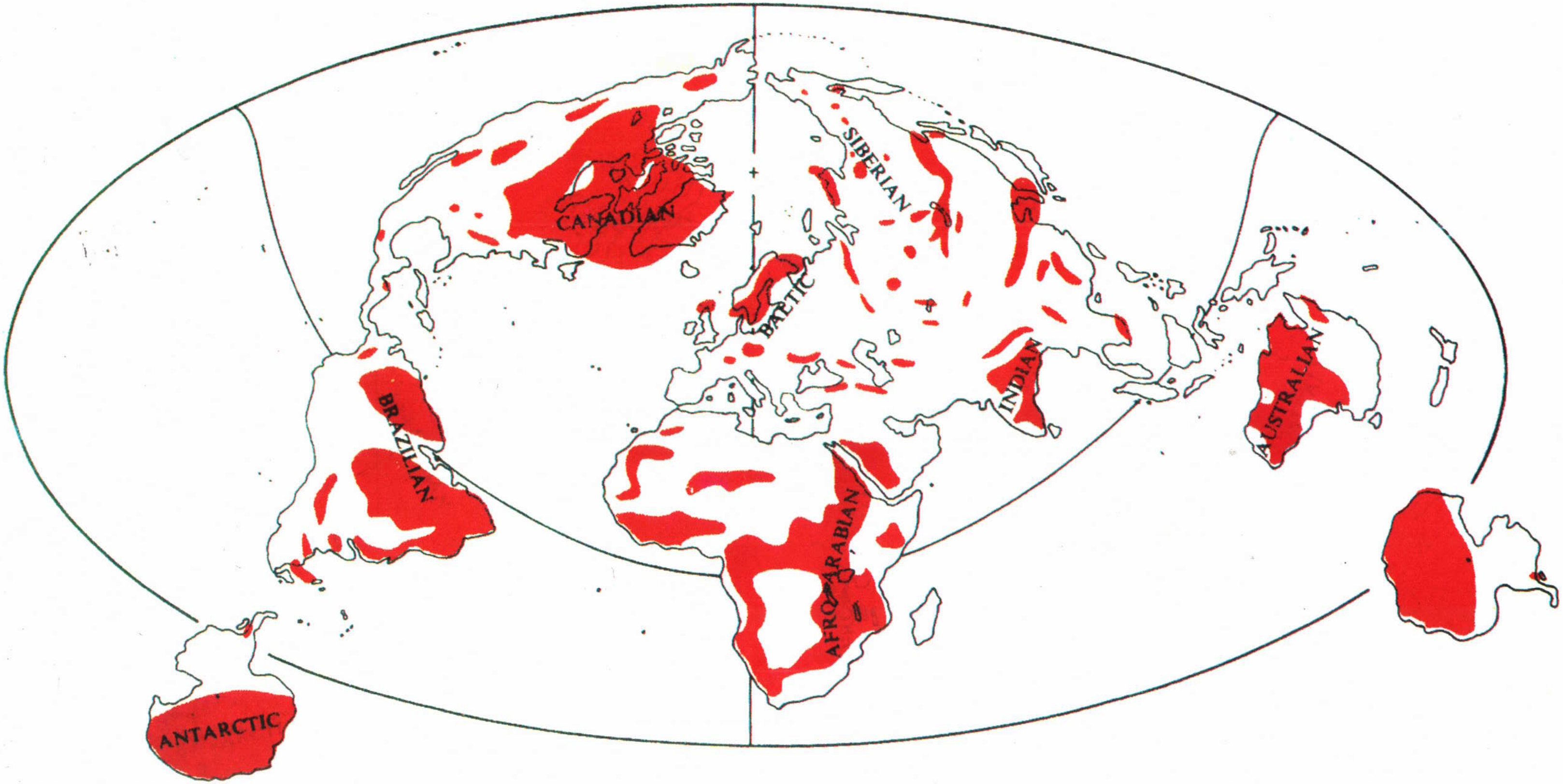
(شكل - ٢) رسم تخطيطى يوضح العلاقة بين نقل نواتج التعرية من المناطق المعراة إلى مناطق الترسيب، وتحرك الصهارة فى نطاق الضعف الأرضى بنفس الكمية فى عكس الاتجاه حتى تبقى الأرض محتفظة باتزانها التضاغطى ، و تؤدى هذه العمليه إلى رفع الجبل إلى أعلى بنفس معدل التآكل من قمته حتى يخرج بالكامل من نطاق الضعف الأرضى ، و حينئذ تتوقف حركته إلى أعلى ، و تظل عوامل التعرية فى بريه حتى تسويته بمستوى سطح الأرض تقريباً و تحويله إلى راسخ من رواسخ الأرض الثابتة التى تظهر أعماق الجبال و خيراتها التى لا تتكون إلا فى مثل ظروف أوتاد الجبال



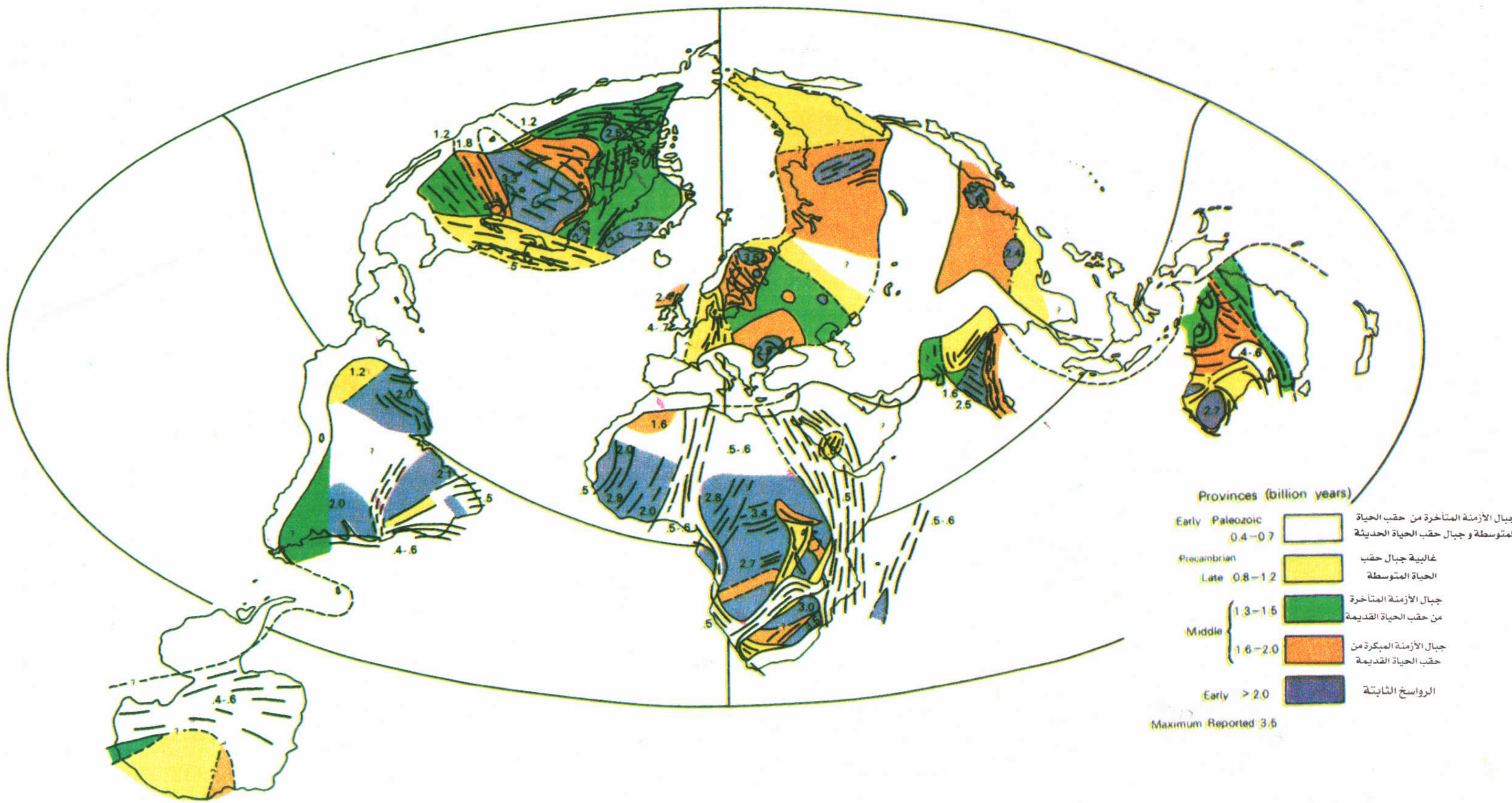
(شكل -٣) خارطة للعالم توضح توزيع أحزمة الجبال الرئيسية



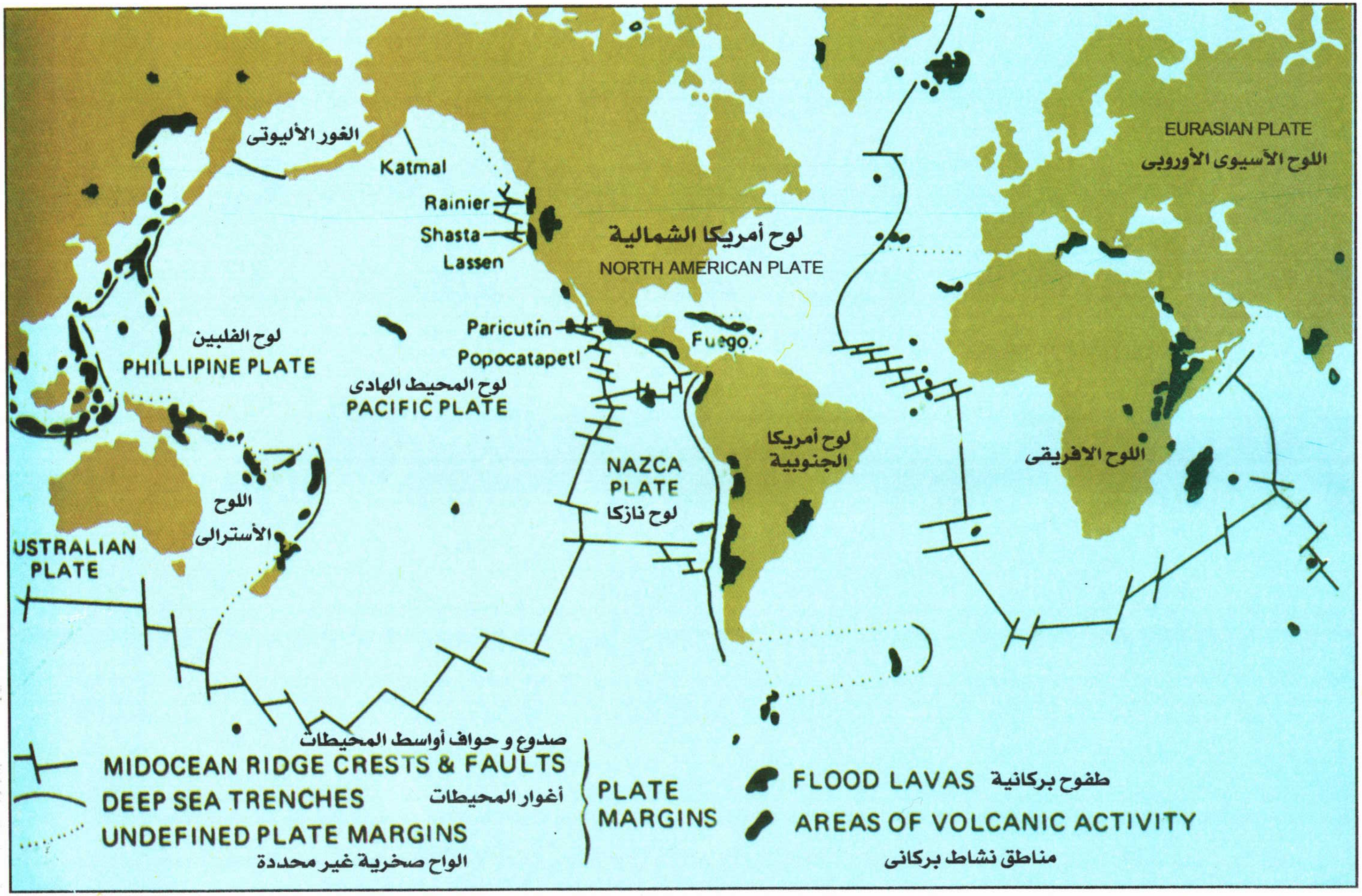
(شكل -٤) خارطة تخطيطية للعالم توضح الوحدات البنيوية الرئيسية



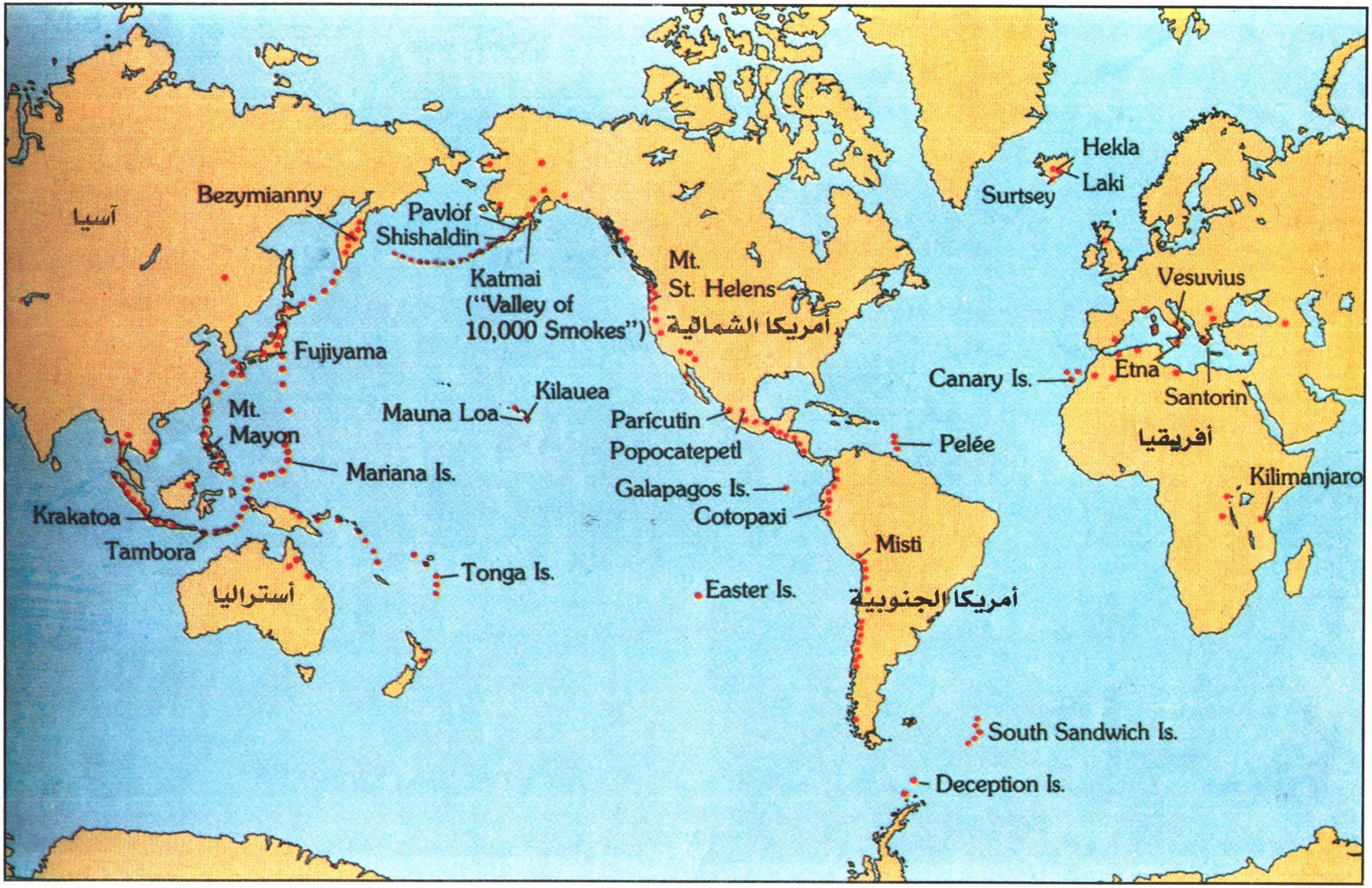
(شكل - ٥) رسم تخطيطى لخارطة العالم توضح أماكن الرواسخ (الدروع الصخرية) القديمة
الظاهرة على سطح الأرض و تمثل أوتاد الجبال القديمة



(شكل - ٦) رسم تخطيطى لخارطة العالم توضح الأحزمة الجبلية التابعة لزمان الحياة الظاهرة
(خلال السبعمائة مليون سنة الماضية)



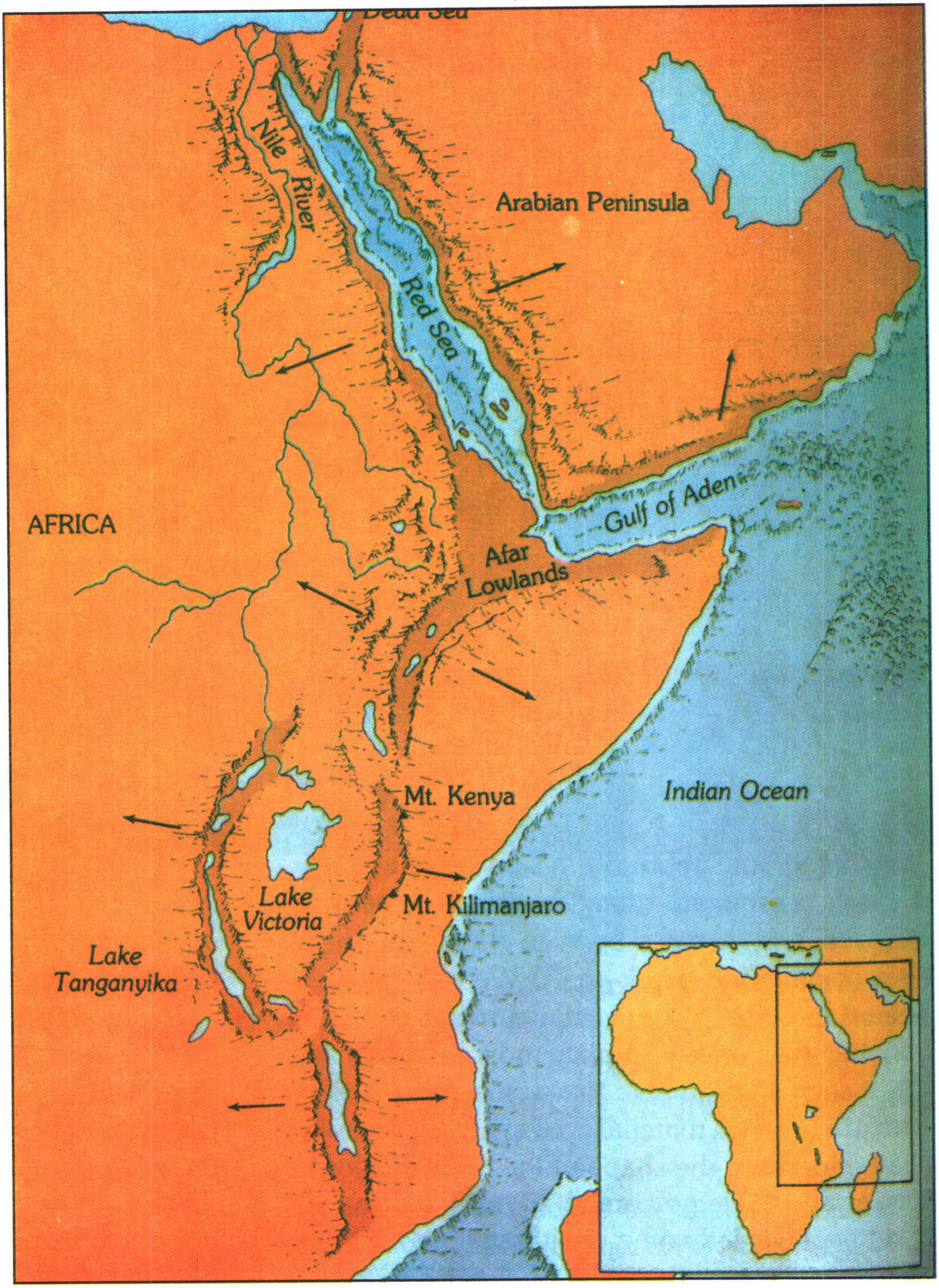
(شكل - ٧) خارطة للعالم توضح توزيع مناطق الثورات و الطفوح البركانية الرئيسية



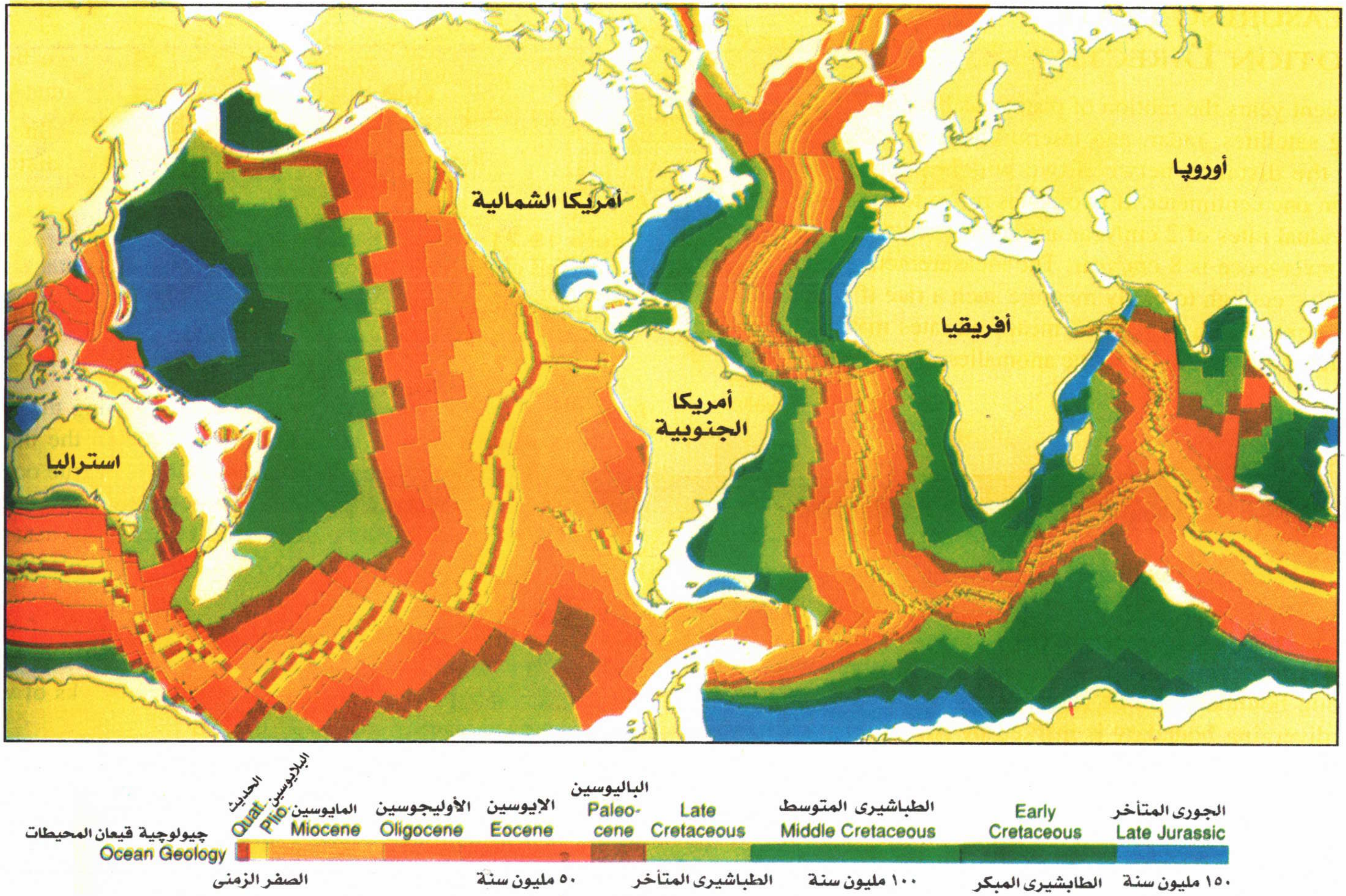
(شكل - ٨) خارطة للعالم توضح مواقع عدد من أحدث البراكين على سطح الأرض



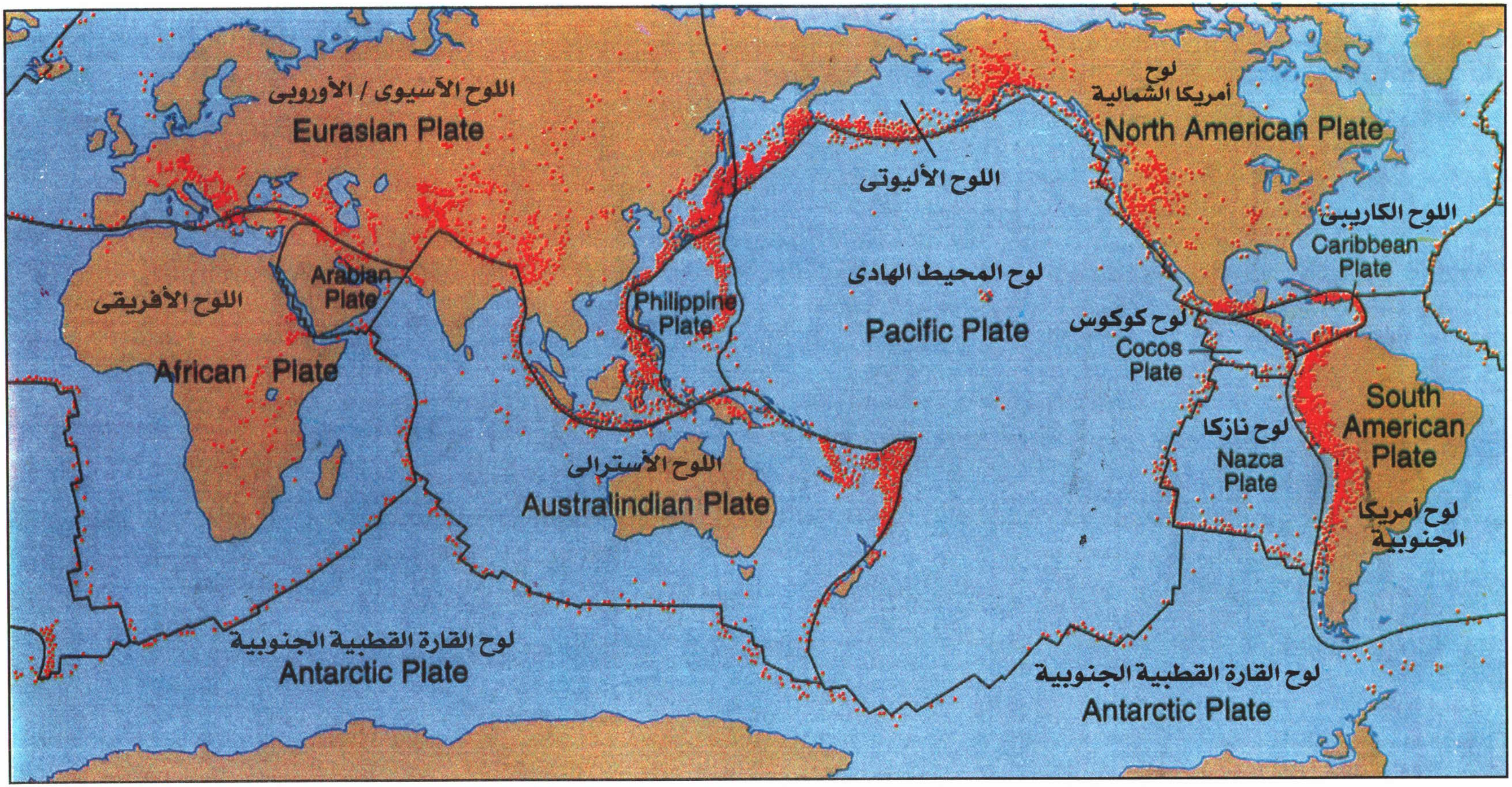
(شكل - ٩) خارطة لجزء من غرب الولايات المتحدة الأمريكية توضح بعض المخاريط البركانية المعقدة التى تكون سلسلة الكاسكيد



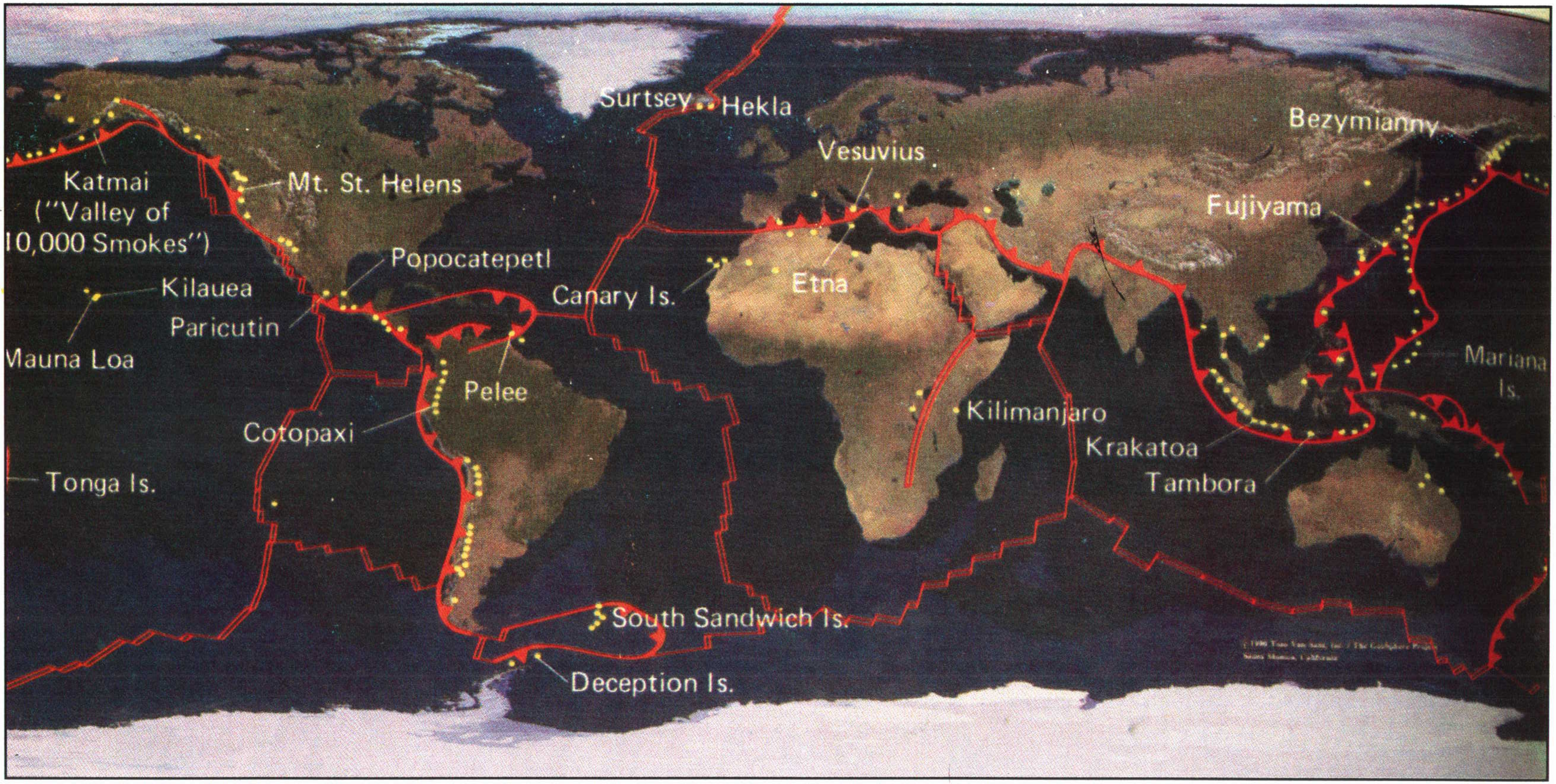
(شكل - ١٠) خارطة توضح أغوار البحر الأحمر و شرقى أفريقيا
و علاقتها بالطفوح البركانية



(شكل -١١) خارطة للعالم توضح تجدد قيعان المحيطات عند صدوع التباعد التى تمزق تلك القيعان و تقادم أعمار صخورها بالتباعد عن صدوع الاتساع



(شكل - ١٢) خارطة للعالم توضح توزيع الألواح الرئيسية المكونة للغلاف الصخرى للأرض و تركز الهزات الأرضية حولها



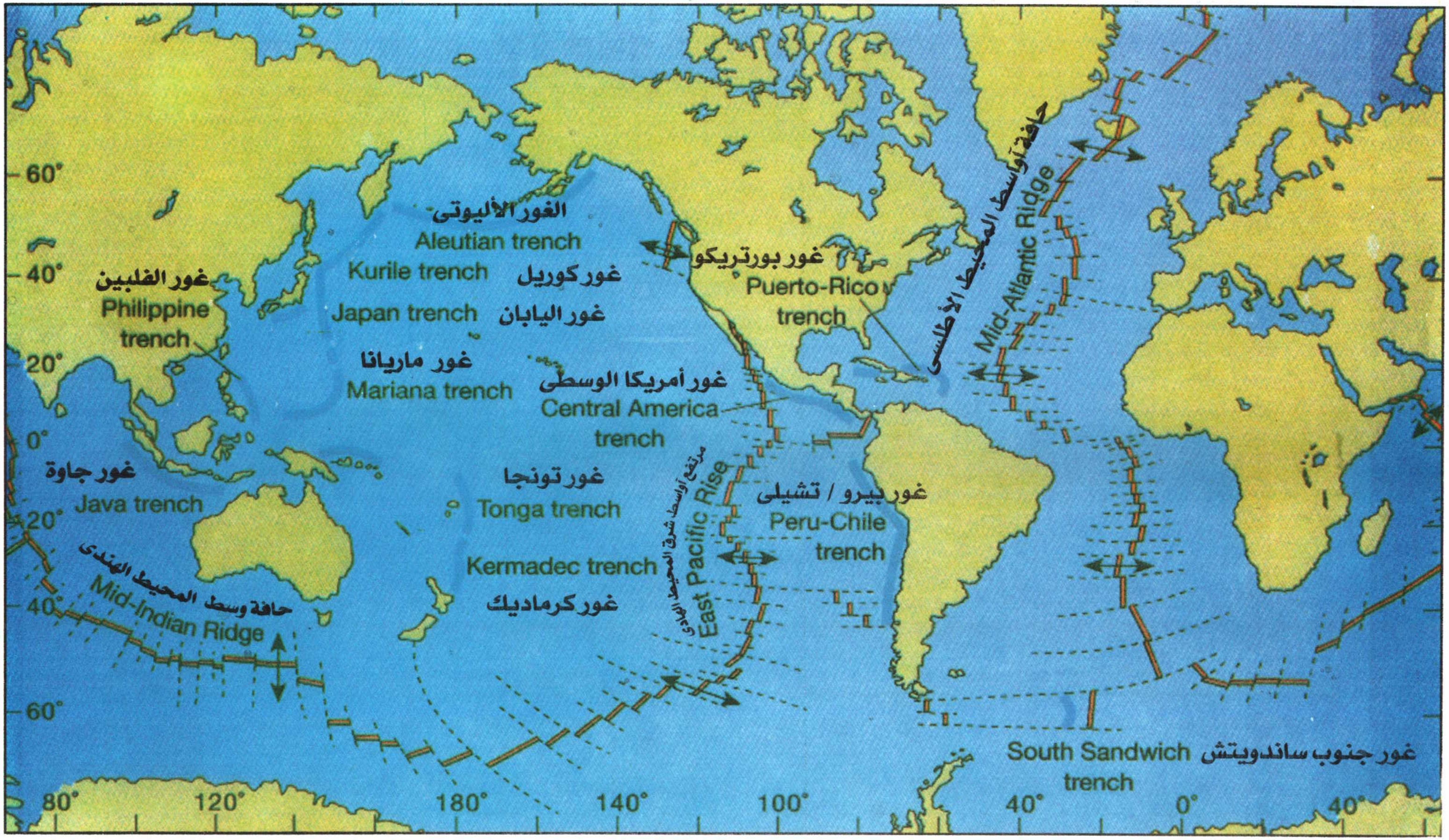
Divergent boundary — Convergent boundary — Transform boundary

(شكل -١٣) خارطة للعالم توضح العلاقة الوطيدة بين صدوع الأرض و ثورة البراكين الرئيسية على سطح الأرض و الممثلة بنقاط محددة خاصة عند حدود تصادم ألواح الغلاف الصخرى للأرض

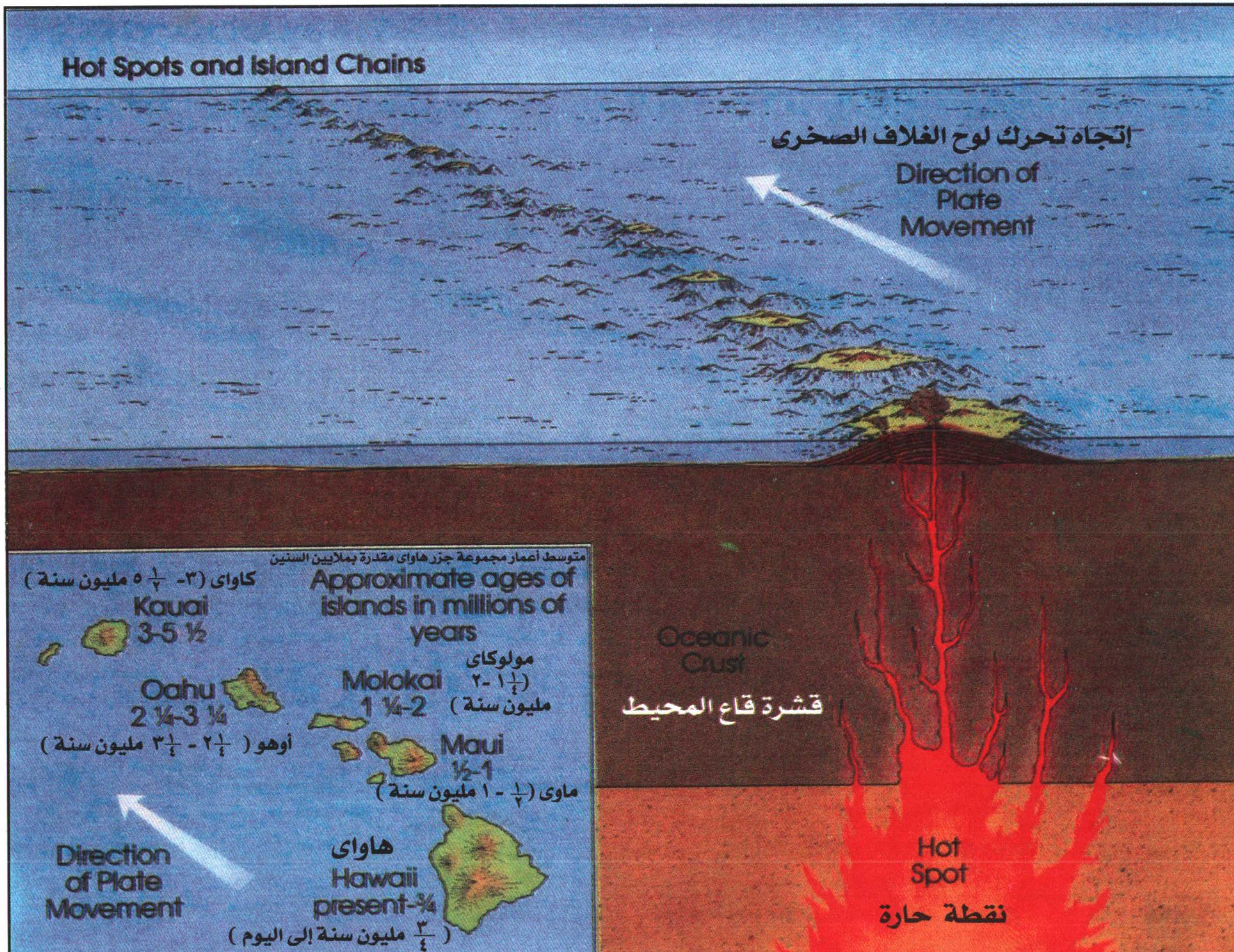


حدود متقاربة حدود متباعدة حدود صدوع الانزلاق اتجاه حركة الألواح

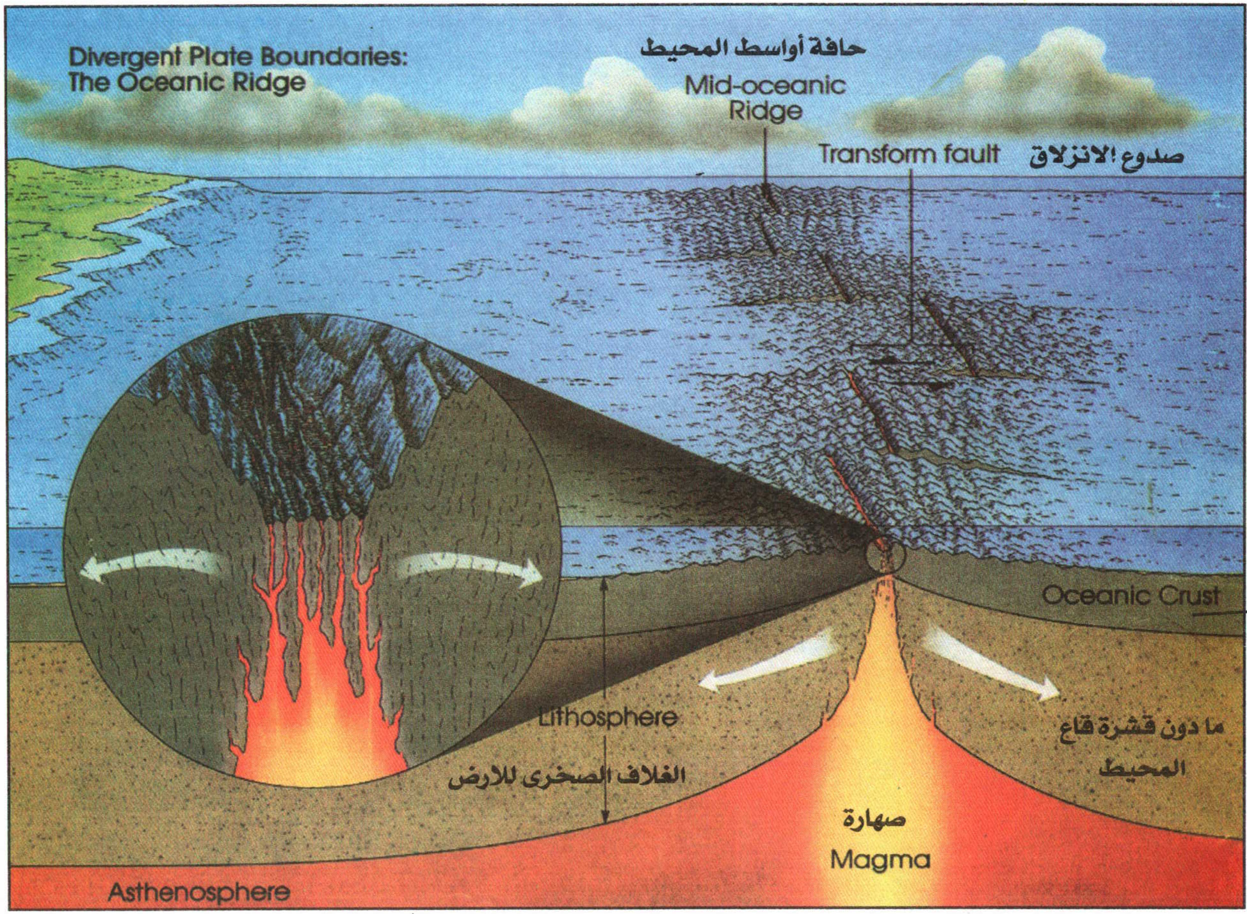
(شكل -١٤) خارطة للعالم توضح توزيع الألواح الرئيسية المكونة للغلاف الصخرى للأرض و طبيعة حواف كل منها



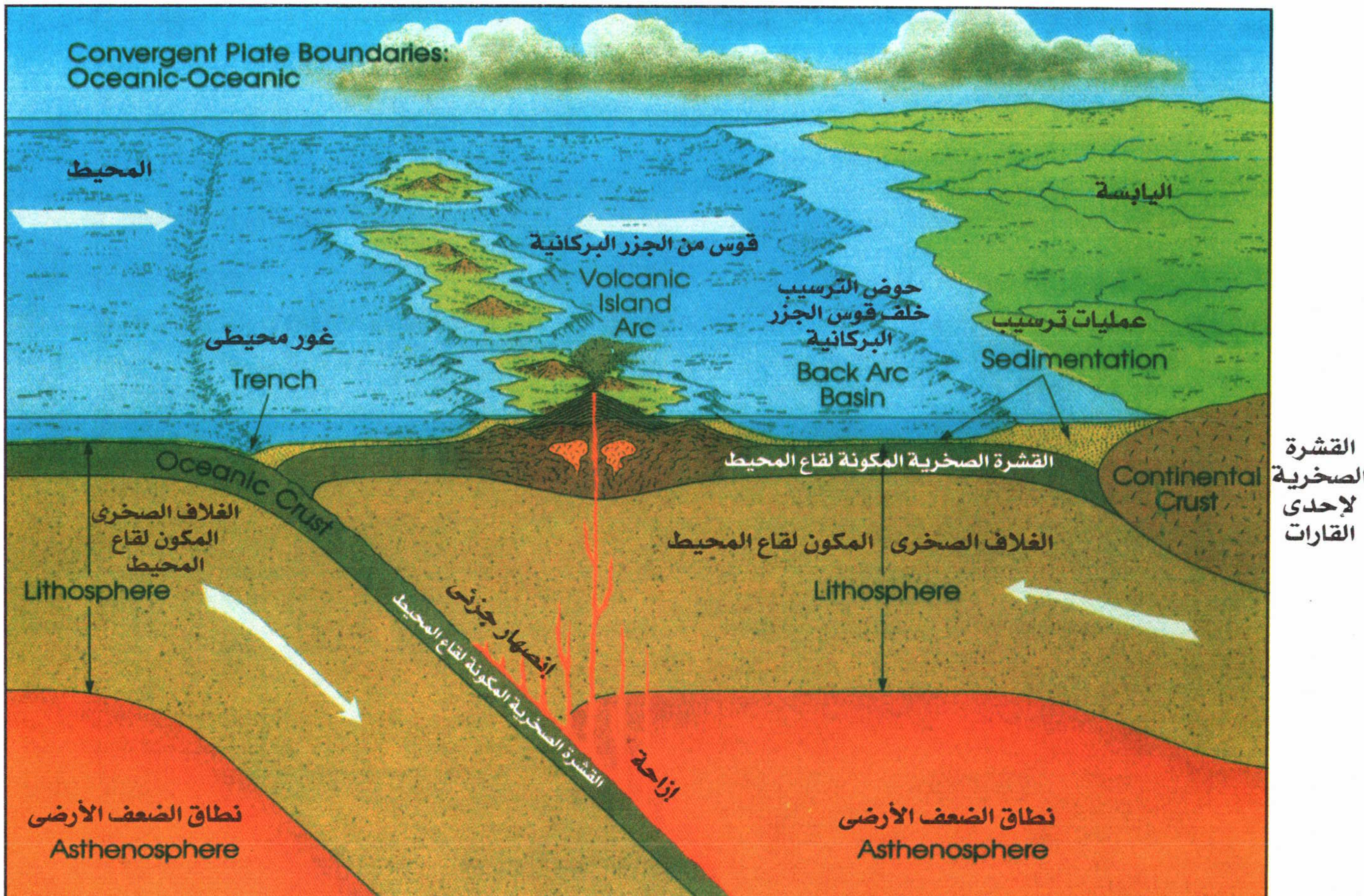
(شكل - ١٥) خارطة للعالم توضح أغوار المحيطات ، حيود أو (حواف) أواسط المحيطات ، و صدوع انزلاق ألواح الغلاف الصخرى للأرض



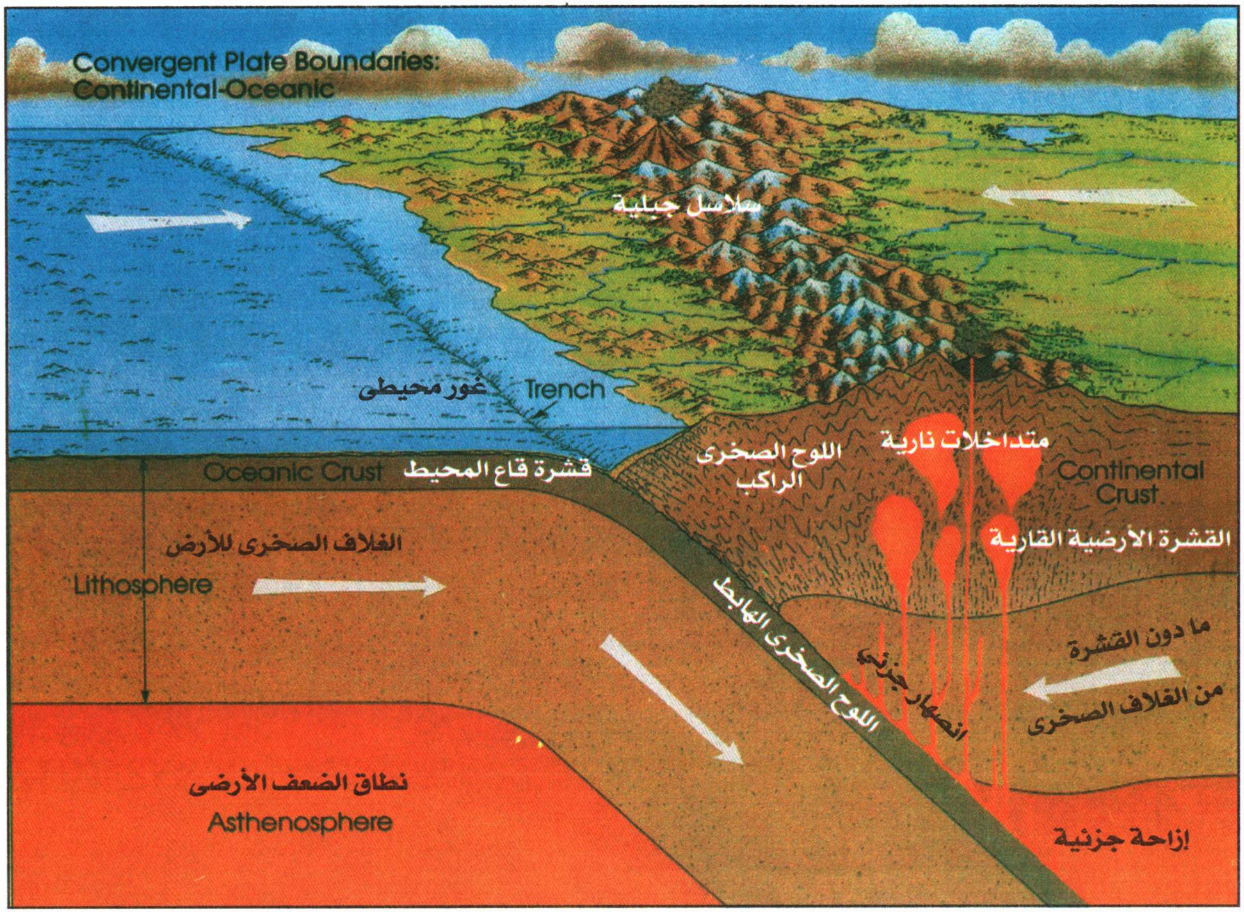
(شكل - ١٦) قطاع يبين العلاقة بين النقاط الحارة فى نطاق الضعف الأرضى و تكون سلاسل الجزر البركانية



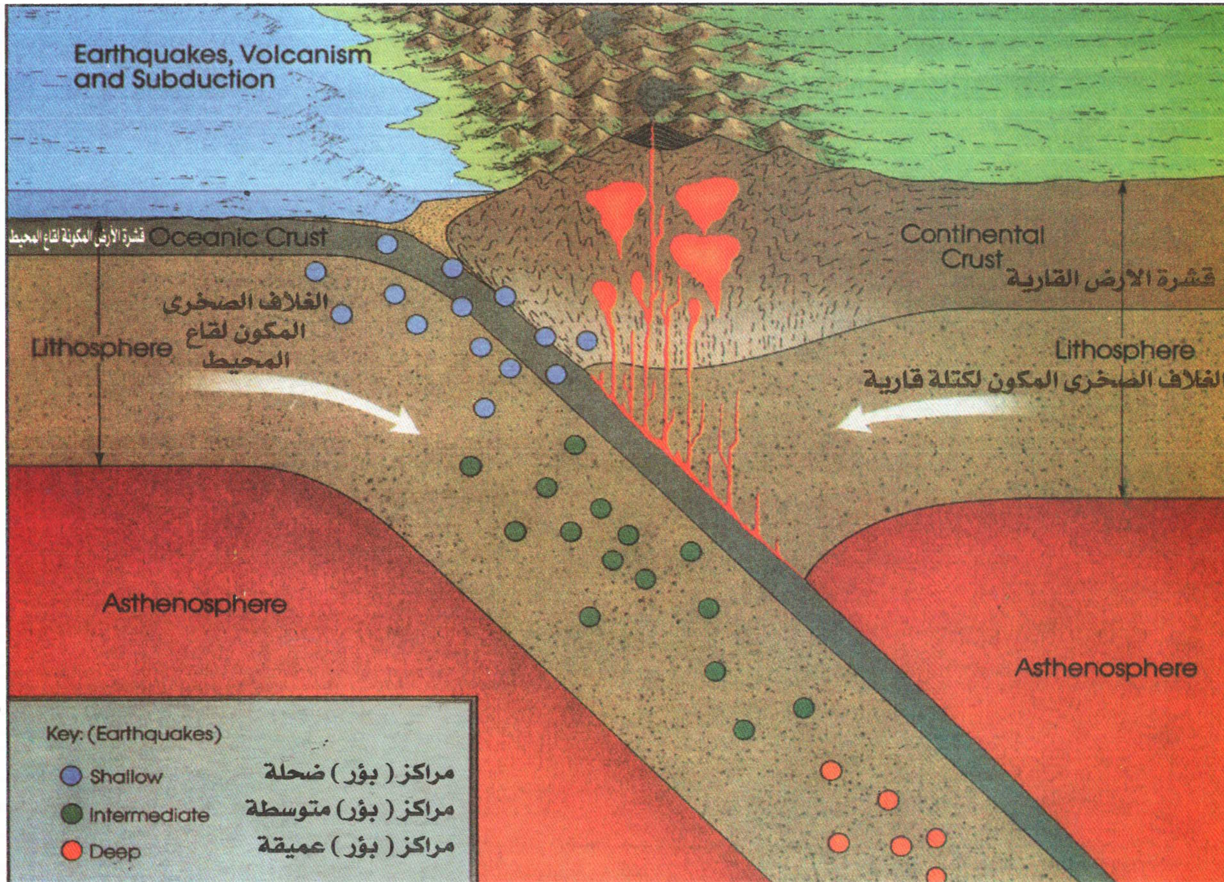
(شكل -١٧) رسم تخطيطى لقاع المحيط يوضح عملية الاتساع حول صدوع التباعد فى قيعان المحيطات ، واندفاع الصهارة الصخرية من نطاق الضعف الأرضى لتكون المرتفعات (الحواف أو الحيود) فى أواسط المحيطات



(شكل - ١٨) رسم تخطيطى يوضح تصادم ألواح الغلاف الصخرى المكونة لقاع المحيط حيث تتصادم
مع بعضها البعض مكونة سلسلة من الجزر البركانية

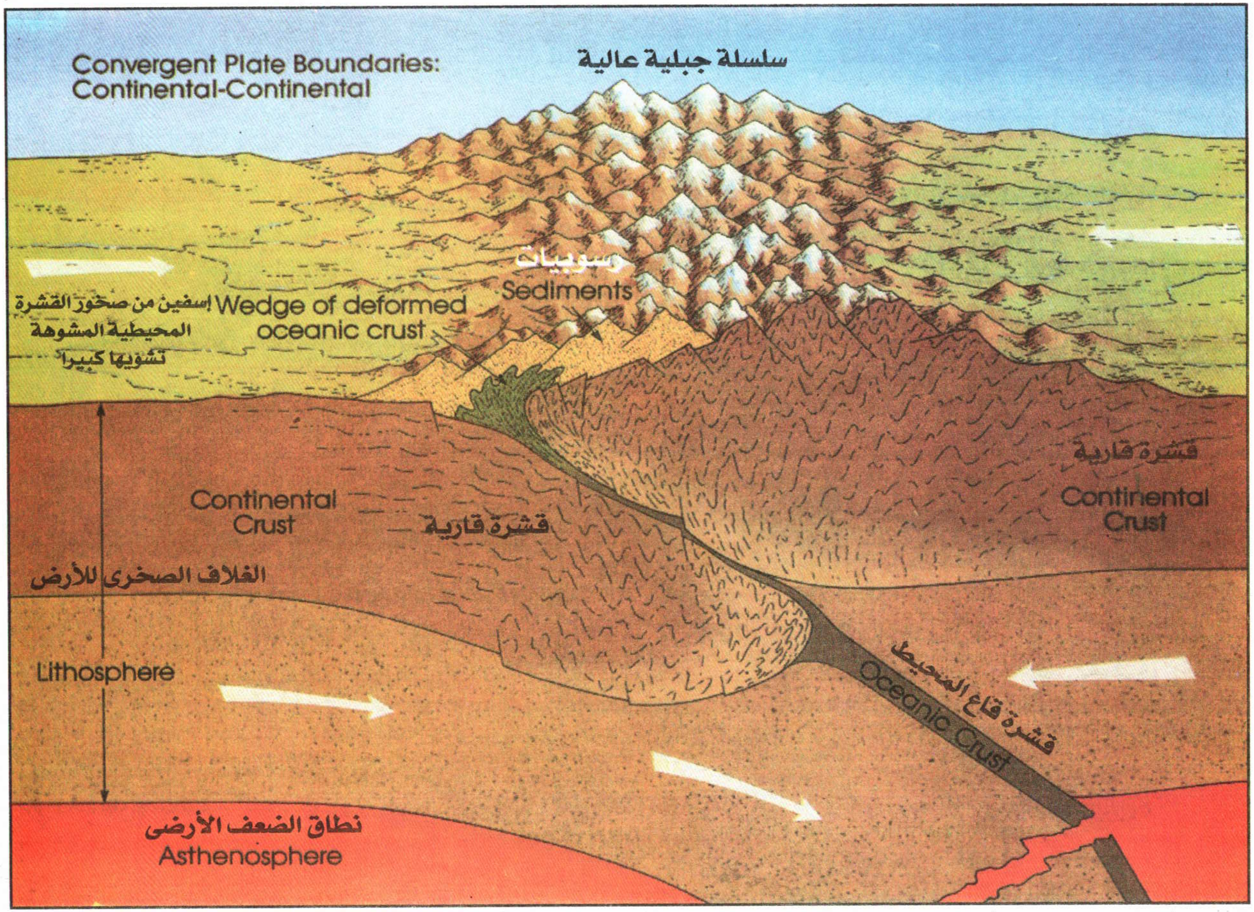


(شكل - ١٩) رسم تخطيطى يوضح إنزلاق اللوح الصخرى المكون لقاع المحيط تحت اللوح الصخرى المكون للقارة المطلة عليه ، و تكون غور عميق لتجمع الرسوبيات بينهما ، و انصهار جزئى للوح الصخرى الهابط ، و إزاحة جزئية من نطاق الضعف الأرضى ليتكون من هذا الخليط سلسلة جبلية تثبت القارة فى قاع المحيط.

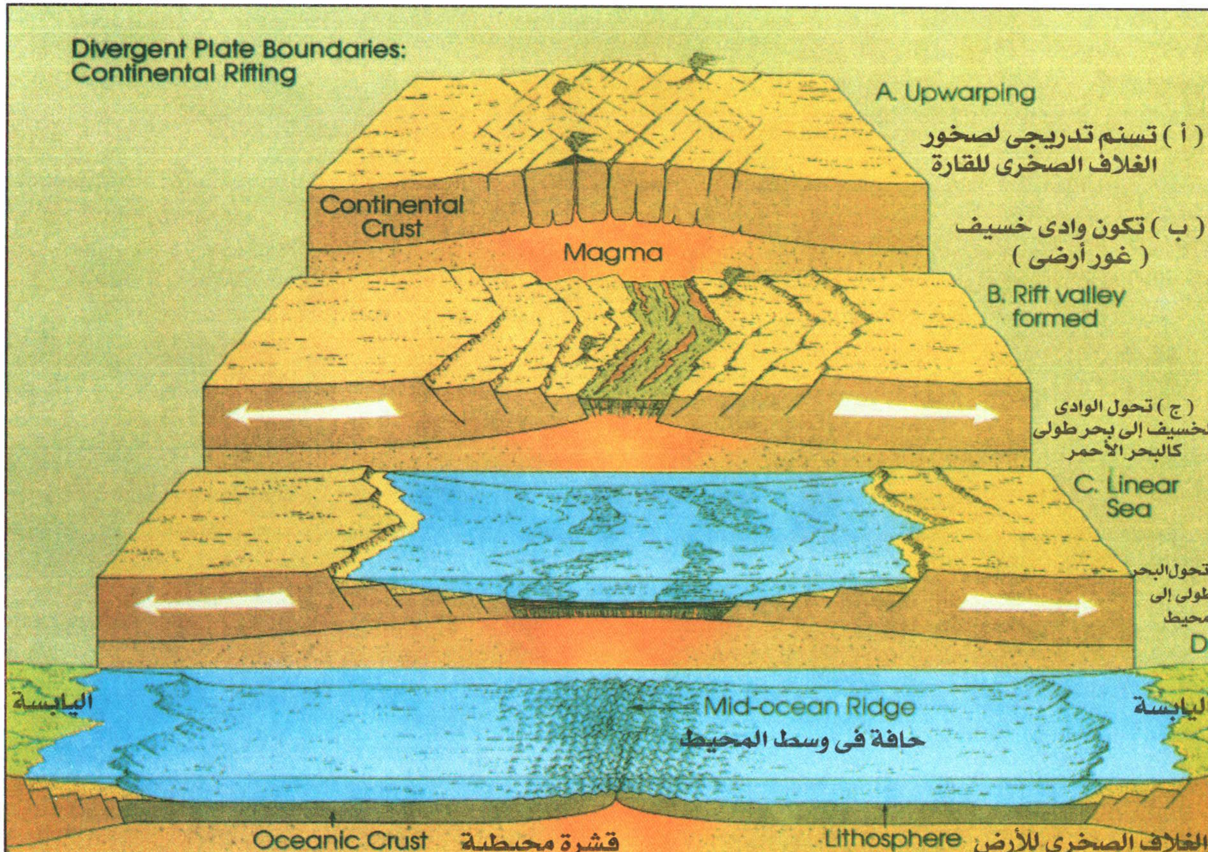


مراكز (بؤر) تكون الزلازل نتيجة لتحرك اللوح الصخرى المكون لقاع المحيط تحت اللوح الصخرى المكون للقارة المطلة عليه

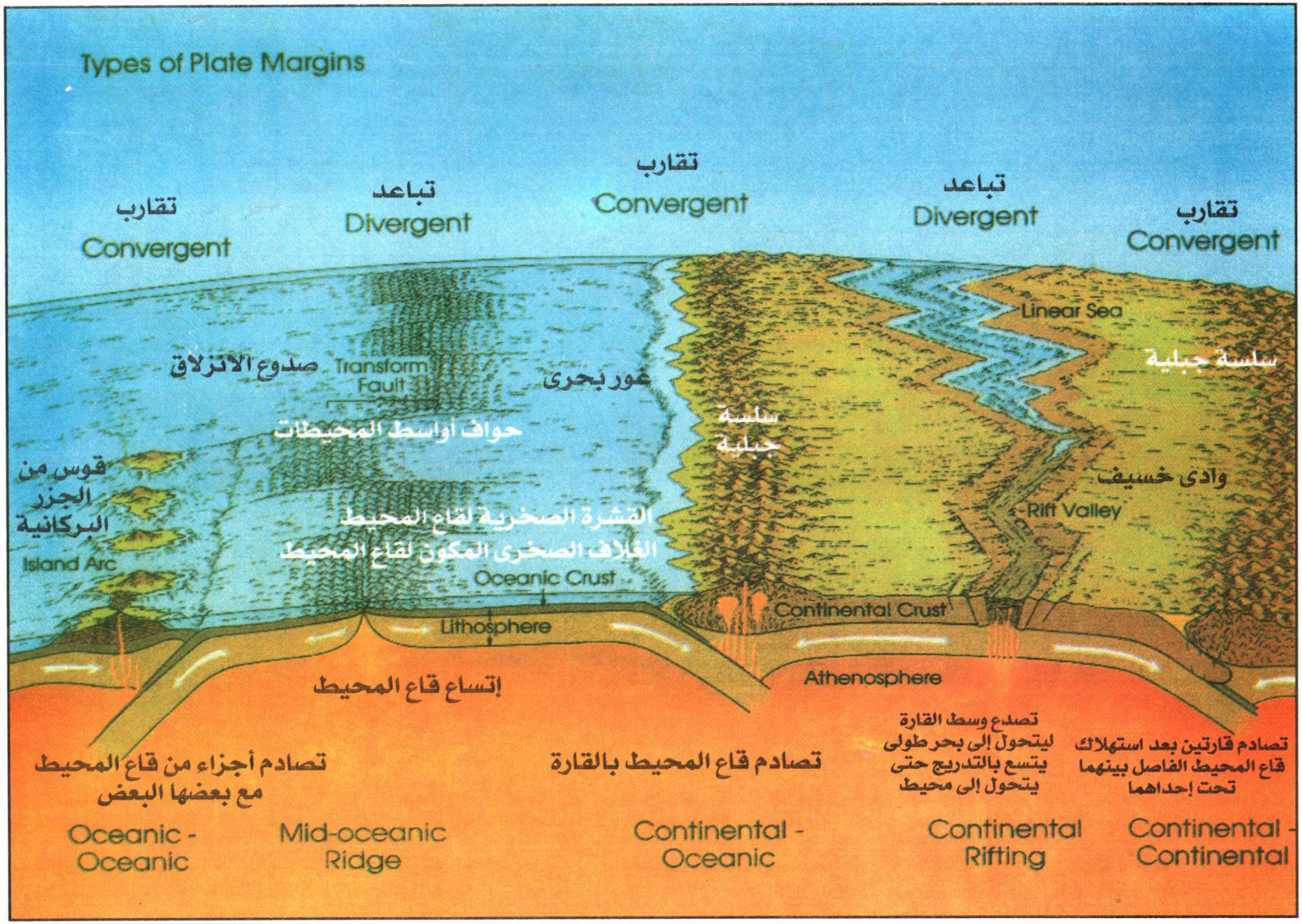
(شكل -٢٠) رسم تخطيطى يوضح العلاقة بين هبوط اللوح الصخرى المكون لقاع المحيط تحت اللوح الصخرى المكون للقارة المطلة عليه و أعماق مراكز الهزات الأرضية ، و نشاط الثورات البركانية ، و المتداخلات النارية ، وتجمع الرسوبيات ليتكون من هذا الخليط سلاسل جبلية تثبت القارة فى قاع المحيط .



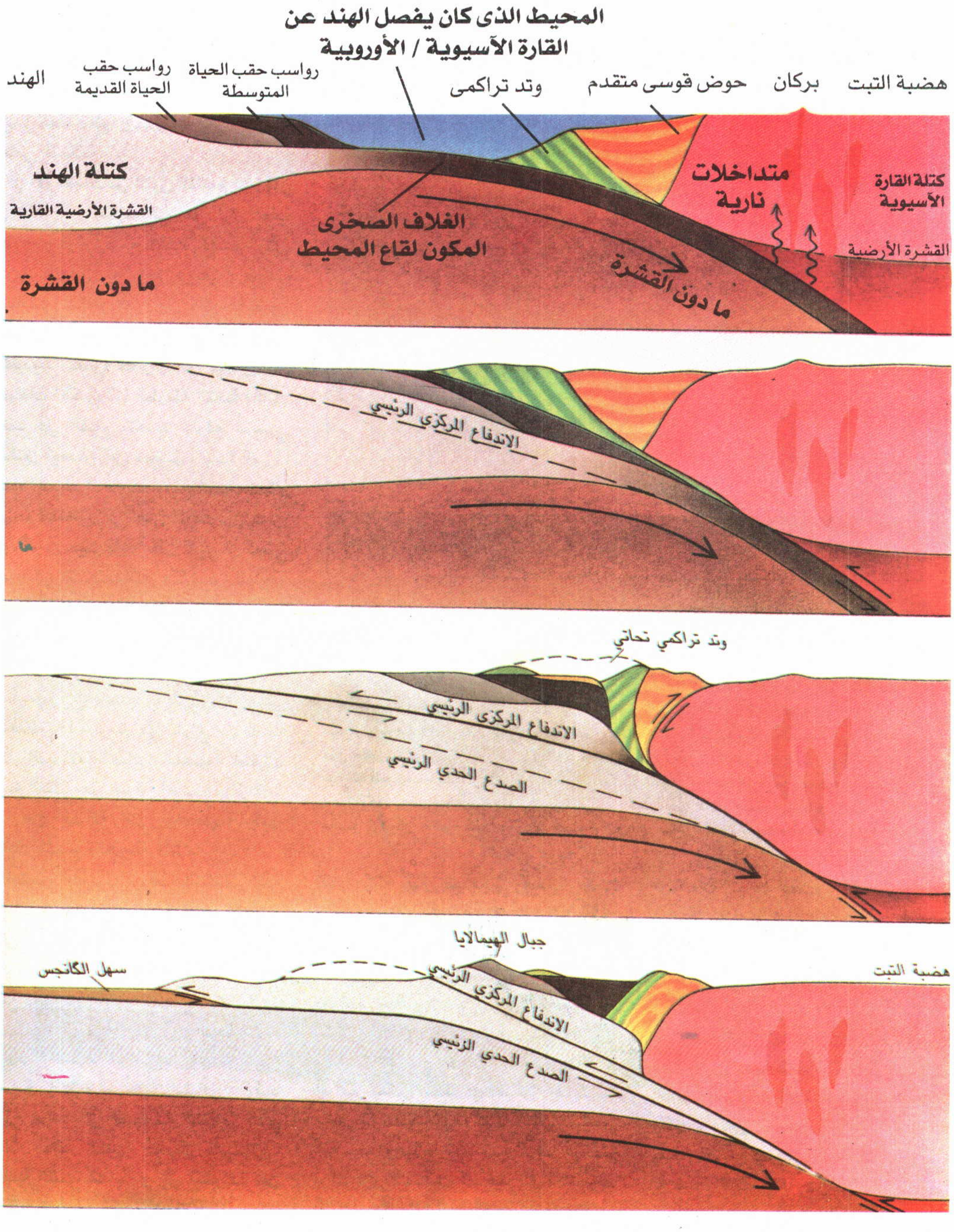
(شكل -٢١) رسم تخطيطى يوضح تصادم لوحين صخريين يكون كل منهما قارة مستقلة و ذلك بعد تحركهما فى اتجاه بعضهما البعض و استهلاك اللوح الصخرى الذى كان يكون قاع المحيط الفاصل بينهما بالكامل و عند اصطدام القارتين تتكون أعلى السلاسل الجبلية فى اللوح الراكب ، وتتوقف حركة هذين اللوحين بالكامل



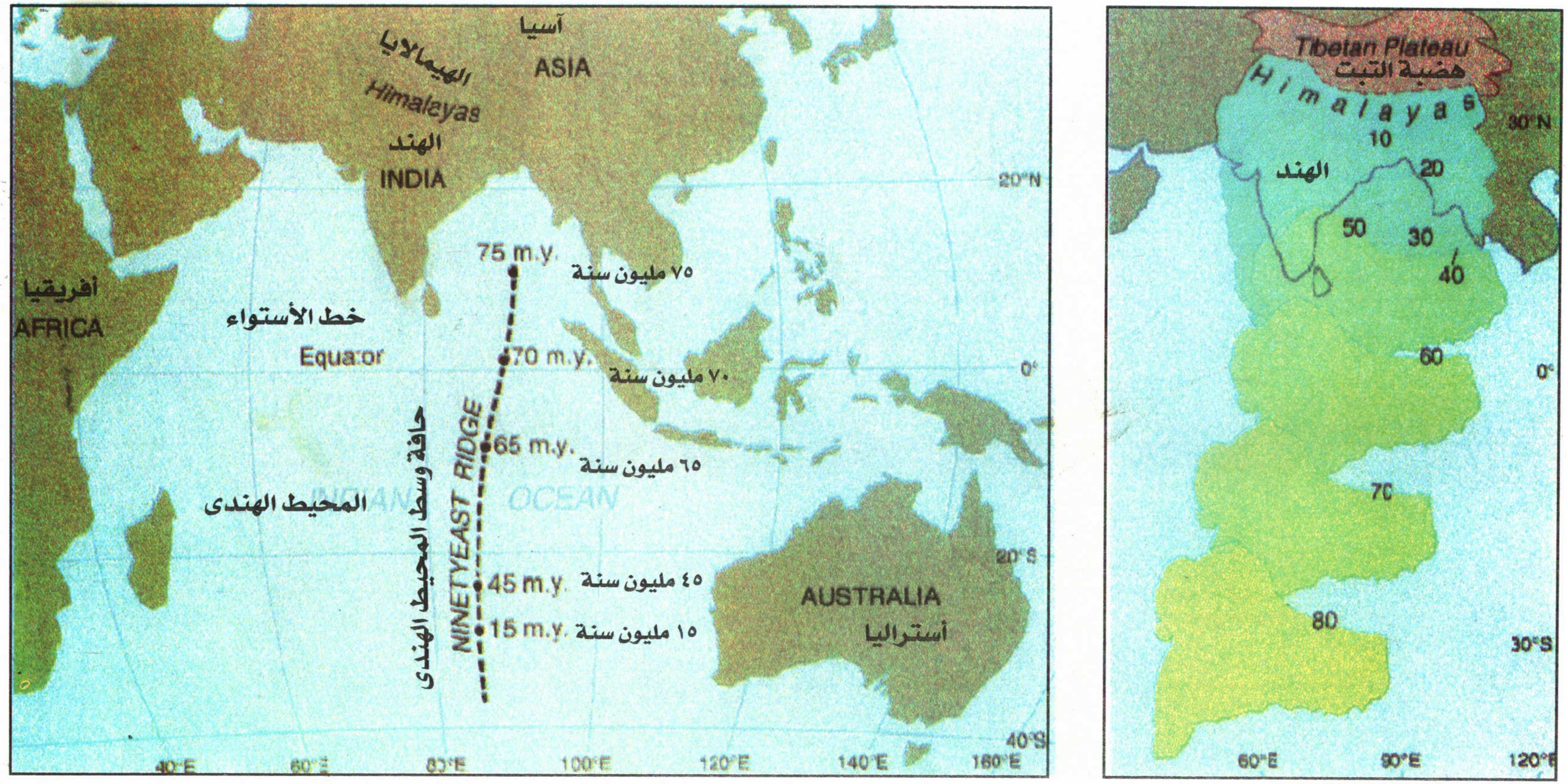
(شكل -٢٢) رسم تخطيطى يوضح كيفية تصدع القارة بعدد من الصدوع المتباعدة مما يؤدى إلى تكون أعداد من الأودية الخسيفة التى تظل تتسع و تنخفض حتى تصل إلى منسوب ماء البحر فتتحول إلى بحر طولى كالبحر الأحمر ، ويظل ذلك يتسع بالتدريج حتى يتحول مع الزمن إلى محيط شاسع الأبعاد .



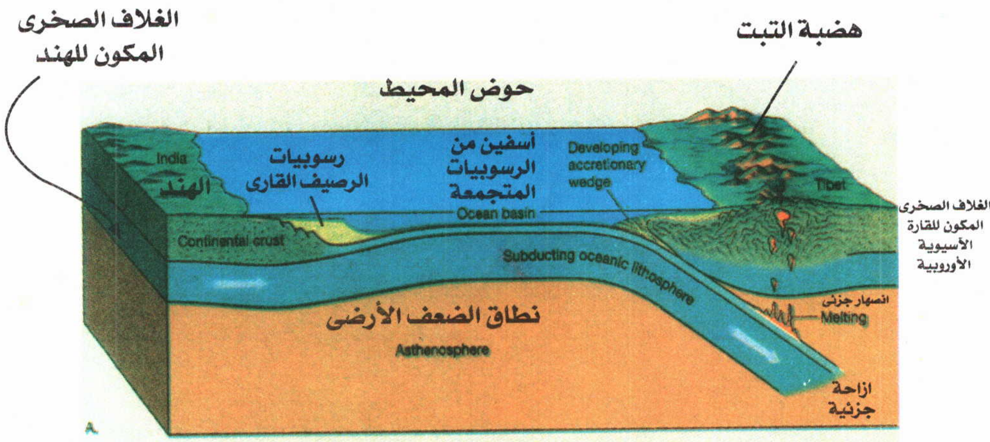
شكل (٢٣) رسم تخطيطى يلخص حركة ألواح الغلاف الصخرى للأرض و طبيعة حوافها



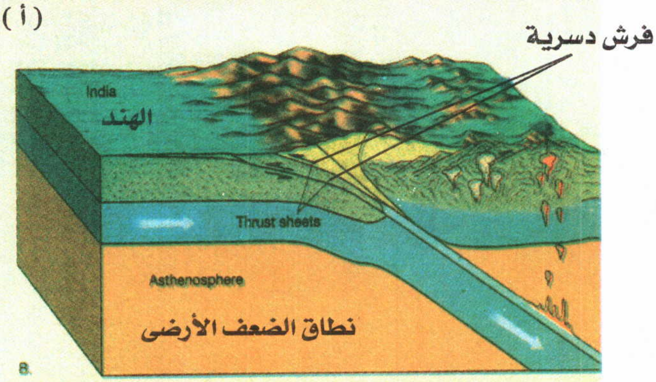
(شكل - ٢٤) رسم تخطيطى يمثل مراحل اصطدام اللوح الصخرى الحامل للهند باللوح الصخرى الحامل للقارة الآسيوية / الأوروبية بعد تلاشى المحيط الذى كان يفصل بينهما .



(شكل -٢٥) رسم تخطيطى يوضح تحرك كتلة القارة الهندية فى اتجاه الشمال حتى تم اصطدامها بالقارة الآسيوية / الأوروبية و نتج عن ذللك تكون سلسة جبال الهيمالايا



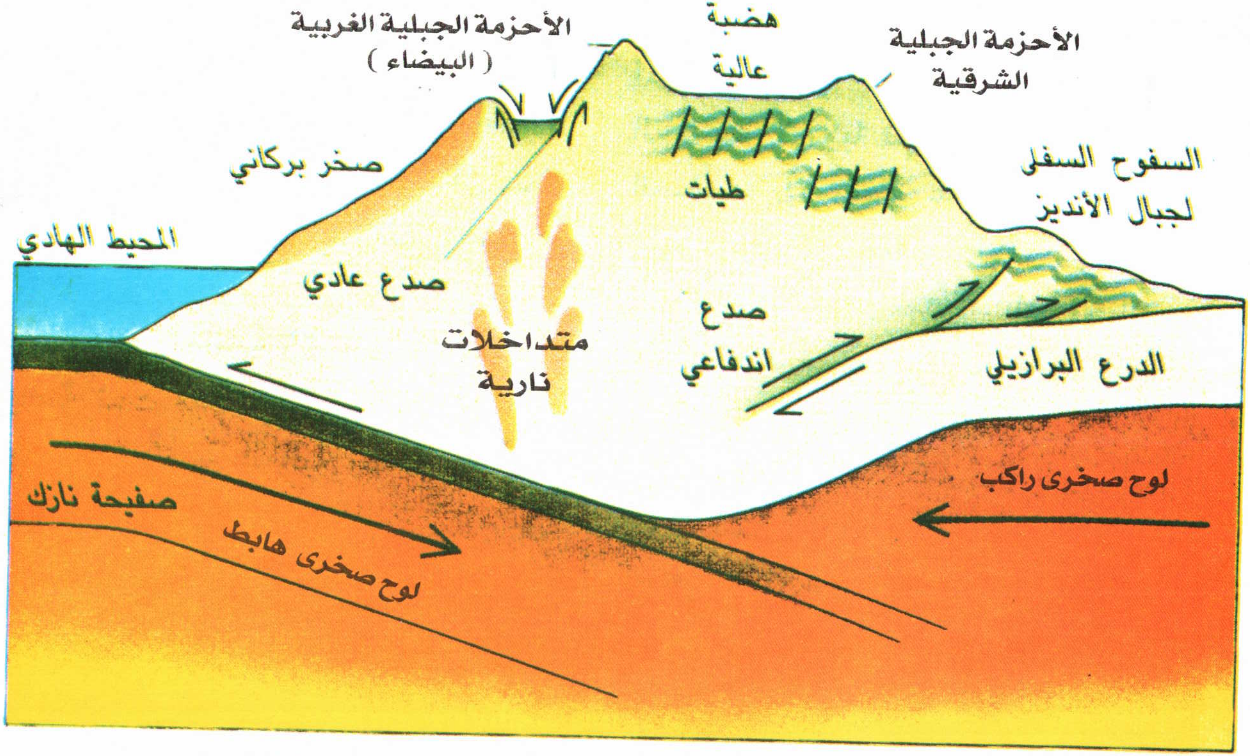
(أ) تحرك الهند فى إتجاه الشمال



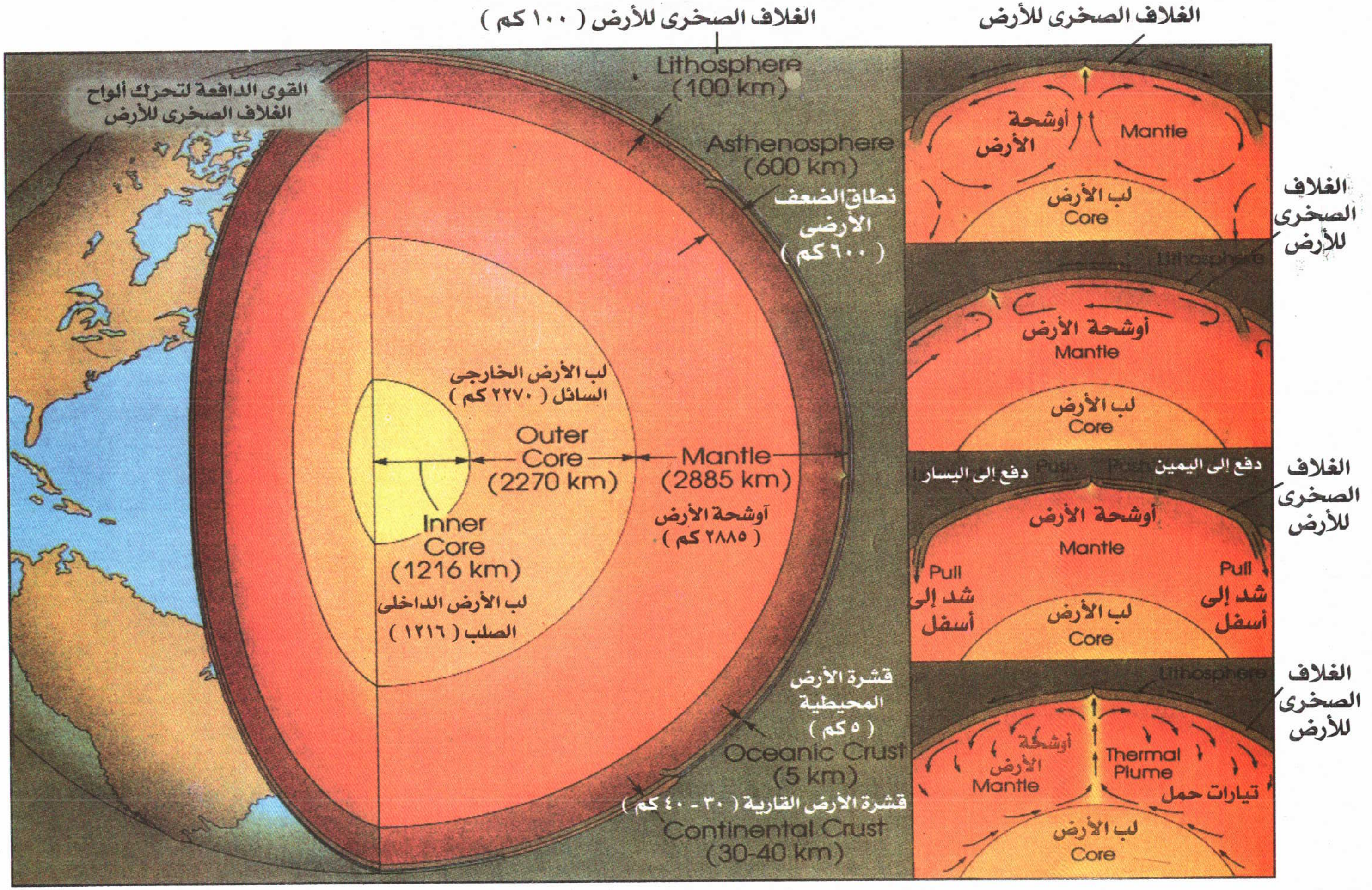
(ب)
اصطدام قارتى الهند
و آسيا مما أدى إلى
تشويه الرسوبيات
على حافتيهما على
هيئة سلاسل جبلية
تعرف باسم جبال
الهيمالايا



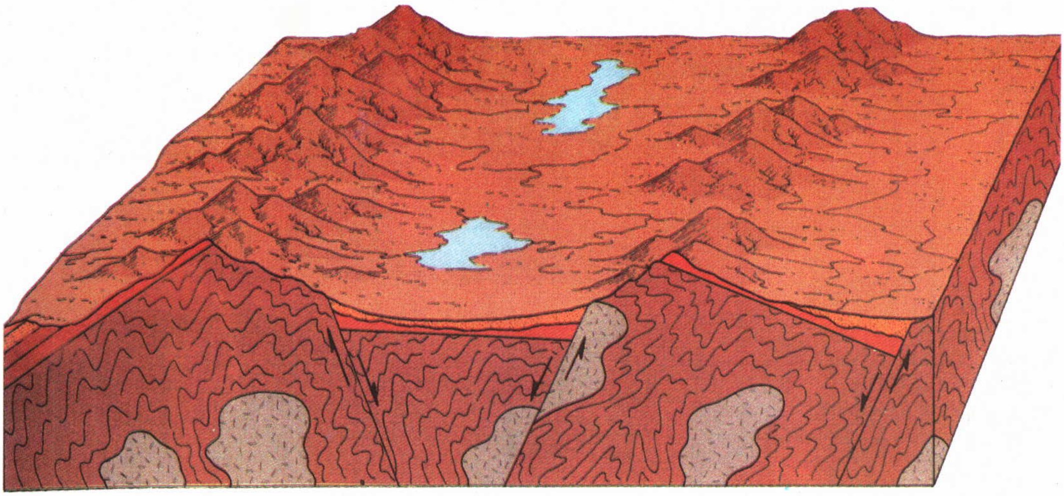
(شكل -٢٦) رسم تخطيطى يوضح تكون جبال الهيمالايا نتيجة لارتطام اللوح الصخرى الحامل للهند بنظيره الحامل للقارة الآسيوية / الأوروبية .



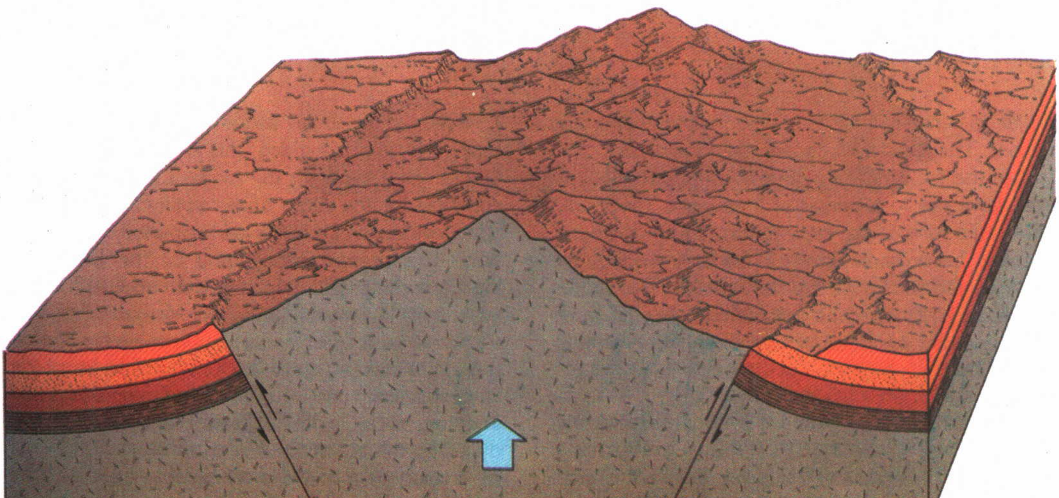
(شكل - ٢٧) رسم تخطيطى مبسط لقطاع فى سلسلة جبال الإنديز (بيرو)



(شكل - ٢٨) رسومات تخطيطية للبناء الداخلى للأرض توضح القوى الدافعة لتحرك ألواح الغلاف الصخرى للأرض



(شكل - ٢٩) كتل جبلية تصدعية



(شكل - ٣٠) كتل جبلية متسنمة

المحتويات

رقم الإيداع ١٠٤٩٦/٢٠٠٢

الشركة الدولية للطباعة

المنطقة الصناعية الثانية - قطعة ١٣٩ - شارع ٣٩ - مدينة ٦ أكتوبر
☎ : ٨٣٣٨٢٤٠ - ٨٣٣٨٢٤٢ - ٨٣٣٨٢٤٤
e-mail: pic@6oct.ie-eg.com